



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Sähkötekniikan koulutusohjelma

TOPI AALTONEN

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Pekka Verho
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunnan
tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 3. maaliskuuta 2010

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Sähkötekniikan koulutusohjelma

AALTONEN TOPI: Energiatehokkuuden parantaminen

Diplomityö, 59 sivua, 8 liitesivua

Toukokuu 2010

Pääaine: Sähkövoimatekniikka/Sähköenergiajärjestelmät

Tarkastaja: professori Pekka Verho

Avainsanat: Energiatehokkuus, energiankulutus, energiansäästö
energianhallinta, kiinteistönhallinta

Tämän diplomityön tavoitteena on ollut selvittää energiatehokkuuden parantamiseen liittyviä prosesseja ja keinoja. Perusteet energiatehokkuuden parantamiselle antaa energiakustannusten nousu sekä kansainväliset päästörajoitukset. Lähtökohtana työlle oli tarkastella esimerkikohteen avulla muutostilanteessa olevan kiinteistön nykytilannetta ja energiankäytön hallinnan osalta keskeisiä tekijöitä. Aiheen tutkimus pohjautuu lukuisiin kiinteistöalan ja energiankäytön julkaisuihin. Lisäksi on selvitetty olemassa olevan kiinteistön sähköjärjestelmien kuntotutkimusta ja suunnittelun merkitystä kiinteistön elinkaareissa.

Kirjallisuusselvityksen osalta esille tuli selkeästi energiatehokkuuden parantamisen taustalla olevat keskeisimmät tekijät. Energiatehokkuuden parantaminen on kiinteistöön ja sen käyttäjiin vaikuttamista. Vaikka rakennuskanta onkin hyvin monipuolista, voidaan se jakaa karkeasti omistajasuhteiden osalta kahtia selkeiden ammattilaisten ja amatöörien kesken. Ammattimainen toiminta kiinteistösektorilla on jo vuosien ajan huomionut kiinteistön arvon suhteessa sen energiankulutukseen, mutta amatöörisektorilla tämä ei ole itsestäänselvyys. Suhtautuminen kiinteistöomaisuuteen on osaltaan välinpitämätöntä eikä selkeää strategiaa sen hallintaan ole. Lainsäädännön muutokset tulevat vaikuttamaan tähän voimakkaasti. Aikaisempien kannustimien ja informaatio-ohjauksen tilalle tulevat lähitulevaisuudessa korjausrakentamista ohjaavat säädökset.

Kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen on riippuvainen useiden tekijöiden summasta. Yksinkertaisimmillaan se voi olla toimintaperiaatteiden ja käyttötottumuksien muuttamista. Suuremmassa mittakaavassa voi energiatehokkuuden parantaminen merkitä koko kiinteistön julkisivun ja lämmitysjärjestelmien uusimista. Kaiken kaikkiaan on kuitenkin huomioitava, että energiatehokkuuden parantaminen tarkoittaa energiansäästöä kustannustehokkaasti. Mikäli kansainvälisten sopimuksien mukaisiin energiansäästötavoitteisiin halutaan päästä, on eri sidosryhmien tehtävä myös päätöksiä, jotka eivät ole kustannustehokkaita.

Diplomityön alussa on selvitetty energiankulutuksen jakautumista yhteiskunnassa. Energiankulutuksen ollessa suurta, ovat myös sen aiheuttamat päästöt mittavat. Aihetta käsitellään energiansäästön alkuvaiheista aina viimeisiin ehdotuksiin. Tämän jälkeen on keskitytty rakennuskannan energiankulutukseen, sen jakautumiseen sekä rakenteellisten ratkaisuiden vaikutukseen. Kiinteistön energiatehokkuuden parantamisen osalta työssä perehdytään energiahallinnan prosessiin ja lopussa prosessin alkuvaihteita sovelletaan esimerkikohteen avulla. Ennen työn johtopäätöksiä on selvitys kiinteistön erisidosryhmien intresseistä ja suhtautumisesta energiatehokkuuden parantamiseen.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Electrical Engineering

AALTONEN, TOPI: Improving energy efficiency

Master of Science Thesis, 59 pages, 8 Appendices

May 2010

Major: Power Engineering/Electrical Energy Systems

Examiner: Professor Pekka Verho

Keywords: Energy efficiency, energy consumption, energy saving, energy management, estate management

The aim of this Master's thesis was to clarify the means and processes that are related to improve energy efficiency. The basics for improving energy efficiency are the rising energy costs and international emission limits. The starting point was to examine the current situation of real estate example in terms of energy management. The example estate is in phase of change. This research is based on several literary publications in relation to the fields of real estate and energy consumption. In addition the significance of planning and inspection of the current condition of electric systems, considering life cycle of the estate are clarified.

During the research there arose the main factors of improving energy efficiency. Improving energy efficiency is basically to affect the real estate and its users. Even though the spectrum of real estates is wide, it can be divided to two by its management, the professionals and amateurs. Professionals in the real estate business have considered energy consumption as part of the real estates value, but among amateurs this is not a truism. Among amateurs the approach to real estate management is in part careless and there is no clear strategy. Changes in legislation will affect greatly in these attitudes. In place of the earlier incentives and informational guidance there will be edicts to direct estate repairs.

Improving energy efficiency of real estate is reliant on multiple factors. The most straightforward way is to change policies and routines. On the larger scale improving energy efficiency might mean replacing the whole facade or heating system of real estate. All in all improving energy efficiency means energy saving in terms of cost efficiency. If international agreements considering energy saving are to be achieved, not all the decisions among real estates interest groups can be made efficiently in terms of capital.

In the beginning of thesis the divisions of the energy consumption in society is clarified. Whereas consumption is major, the emissions are also significant. The topic is handled from the early phases of energy saving through the latest proposals. The thesis will then concentrates on energy consumption, divisions of consumption and the affect of structural choices in buildings. Improving energy efficiency in the estate is handled through the process of energy management and at the end of the thesis, the early phases of the process are applied to the example real estate used. Before the conclusions there is an analysis of the interests of estate interests groups and attitudes on improving energy efficiency.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Keskinäisen työeläkevakuutusyhtiö Varman antamasta aiheesta. Kiitän Varman kiinteistöpäällikköä Juhani Mäkelää työni mahdollistamisesta ja panostuksesta valmistumiseni eteen.

Kiitän myös työtäni ohjanneita Jarmo Perkiötä sekä Joni Härköstä Ovenia Oy:stä. Lisäksi erityiskiitoksen ansaitsee Suorakanava Oy:n kehitysjohtaja Pentti Teponoja työssä suoritetun tutkimuksen mahdollistamisesta.

Kiitän professori Pekka Verhoa työni tarkistamisesta sekä rakentavasta palautteesta.

Kiitän ystäviäni antoisasta opiskeluajasta ja kuluneista vuosista.

Haluan myös esittää suuren kiitoksen vanhemmilleni, jotka valinnoillaan ovat auttaneet minua asettamaan tavoitteet niin opiskelun kuin elämänkin suhteen. Uskon, että antamienne vapauksien seurauksena, minusta on kasvanut varsin kelpo jälkeläinen.

Lisäksi haluan kiittää isoveljiäni, jotka kirjaimellisesti panivat rahansa likoon valmistumiseni puolesta, auttoivat silloin kuin apua tarvitsin ja osaltaan haukkuivat silloin kuin sille oli aihetta.

Viimeisimpänä ja tärkeimpänä haluan kiittää vaimoani Riikaa. Kiitos siitä, että olet jaksanut seurata aikuisen miehen opintoja ja kannustanut minua jaksamaan. Ilman sinua opintoni eivät olisi päässeet loppuun.

Kiitoksen ovat ansainneet myös appivanhempani, jotka ovat minut perheeseensä huolineet ja kaikin mahdollisin tavoin minua opintojeni suhteen auttaneet.

Tampereella 4. toukokuuta 2010

Topi Aaltonen

SISÄLLYS

Tiivistelmä	II
Abstract	III
Alkusanat	IV
Termit ja niiden määritelmät	VII
1 Johdanto	1
2 Energian ja yhteiskunta	2
2.1 Energiankäyttö & säästöt	2
2.2 Energiatehokkuutta koskevat säädökset ja niiden kehittyminen	4
2.3 Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus	6
3 Kiinteistön elinkaari ja sähköistys	7
3.1 Korjaustarpeen kartoittaminen ja PTS-ohjelma	8
3.1.1 Asunto-osakeyhtiölaki korjausselvityksistä (AOYL 2010)	9
3.2 Rakennusosien käyttöikä ja korjaustoimenpiteiden kartoitus	9
3.3. Sähkösuunnittelun merkitys kiinteistölle	11
3.3.1 Sähkösuunnittelun erityispiirteet	13
3.3.2 Sähkösuunnittelun ja laitevalintojen merkitys	14
3.3.3 Elinkaariajattelu osana sähkösuunnittelua	14
3.4 Kiinteistön sähköistys	14
3.4.1 Sähköliittymän tyyppi	15
3.4.2 Sähkön pääjakelujärjestelmä	15
3.4.3 Sähkönjakelun häiriöttömyyden varmistus	16
3.5 Sähköjärjestelmien kuntoarvio ja -tutkimus	18
3.5.1 Sähköjärjestelmien nykytilan selvittäminen	19
3.5.2 Sähkönjakelu- ja käyttöjärjestelmät	20
3.5.3 Sähkötekniisten tietojärjestelmien kuntotutkimus	21
4 Kiinteistön energiankulutus ja energiatehokkuus	22
4.1 Rakennuksen energiatehokkuuden määrittelemineen	23
4.2 Energiatodistus	25
4.3 Rakennuksen energiankäyttö ja sitä ohjaavat tekijät	26
4.4 Energiankulutus kiinteistön eri osa-järjestelmissä	28
4.5 Sähköenergiankulutuksen kohdistaminen	29
4.5.1 Laitesähkö	30
4.5.2 Kiinteistösähkö	31
4.5.3 Valaistus	31
4.5.4 Ilmanvaihtojärjestelmät	32
4.5.5 Lämmitys ja lämmin käyttövesi	33
5 Kiinteistö Oy Menotie 1	34
5.1 Taustaa	34
5.2 Kohteen esittely ja tavoitteet	34
5.3 Tehdyt tarkastelut	35
5.3.1 Kulutuksen kohdentaminen	36
5.3.2 Talotekniikan säästöpotentiaali	39
5.3.3 Sähköjärjestelmien mitoitus	39
5.4 Saavutettujen tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	40
6 Energiatehokkuuden merkitys	42
6.1 Sidosryhmät	43
6.1.1 Kiinteistön omistaja	43

6.1.2 Käyttäjä	44
6.1.3 Yritys	44
6.1.4 Yhteiskunta	44
6.2 Muutokset energiatehokkuuteen ohjaamisessa	45
6.2.1 Energiatehokkuuteen kannustaminen	46
6.3 Asunto-osakeyhtiöiden energiatehokkuuden parantaminen	46
6.3.1 Sähköenergia	49
6.3.2 Veden kulutus	49
6.3.3 Lämpöenergia	50
6.3.4 Energiatodistukset	50
6.3.5 Tutkimuksen johtopäätökset	51
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	52
Lähteet	54
Liite 1: ESIMERKKIKOHTIEN LASKELMIA	60
Liite 2: ASUNTO OY TUTKIMUSTULOKSIA	63

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Direktiivi	Euroopan unionin jäsenmaille tarkoitettu lainsäädäntöohje
ET-luku	Vertailukelpoinen energiatehokkuus luku
Herkkyysanalyysi	Tuloksen epävarmuuden analysointi
Liittymä	Ne osat jakeluverkonhaltijan johdoista ja laitteista, jotka ovat tarpeen sähköntoimittamiseksi liittytjän sähkönkäyttöpaikalle
Liittymisjohto	Liittytjää varten rakennettu lyhyt sähköjohto, jolla liittytjä liitetään jakeluverkkoon
LTO	Lämmöntalteenotto
LVIS- järjestelmät	Lämpö-, Vesi-, Ilmanvaihto- ja Sähköjärjestelmät
U-arvo	Rakenteiden lämmönläpäisykerroin

1 JOHDANTO

Energiantuotannon ja -kulutuksen ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi huomiota päästöihin on kiinnitettävä kaikilla yhteiskunnan saroilla. Yli 40 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta katsotaan aiheutuvan rakennuskannasta. Energiaa rakennuskannan osalta kuluu paitsi rakennus- ja korjausvaiheissa myös käytön aikana. Käytön aikainen energiankulutus jakautuu pääosin lämmityksen ja sähkönkäytön kesken. Rakennuksen ominaiskulutusta tarkasteltaessa on huomioitava kiinteistön toiminnalle välttämättömien järjestelmien energiantarve.

Ongelmana rakennusten energiankäytön suhteen on useimmiten jo olemassa oleva rakennuskanta. Uusien rakennusten energiankulutusta ohjaa lainsäädäntö, mutta olemassa olevan rakennuskannan osalta tilanne on vielä toisenlainen. Suuren energiankulutuksen säästöpotentiaalin vuoksi juuri olemassa oleva rakennuskanta on suuren muutoksen edessä. On vain ajan kysymys, koska kaavaillut muutokset korjausrakentamisen säädöksiin ja näin ollen energiatehokkuuden minimivaatimukset tulevat voimaan. Tämä osaltaan ajaa tilanteeseen, jossa kiinteistöjen kokonaisvaltainen energiahallinta tulee merkittäväksi osaksi kiinteistönylläpitoa kaikilla toiminnan saroilla.

Kiinteistön energianhallinta prosessina on varsin yksinkertainen. Tavoitteena on selvittää kiinteistön nykytila, selvittää keinot energiansäästölle sekä suorittaa seuranta muutoksien jälkeen. Prosessin yksinkertaisuudesta huolimatta, ongelma saattaa olla hyvinkin monimutkainen. Monimutkaisuus johtuu usein kustannuksista. Energiatehokkuutta parannettaessa haetaan kustannustehokkaita ratkaisuja. Tämä osaltaan tarkoittaa sitä, että energiansäästö ei ole perusteltua energiatehokkuuden nimissä, mikäli säästöt eivät tule kattamaan tehtyä investointia. Energiatehokkuuden edistämiseksi kehitelläänkin jatkuvasti erilaisia keinoja tukien ja informaation muodossa. Tulevaisuuden osalta energiatehokkuuteen tullaan ohjaamaan lainsäädännöllä.

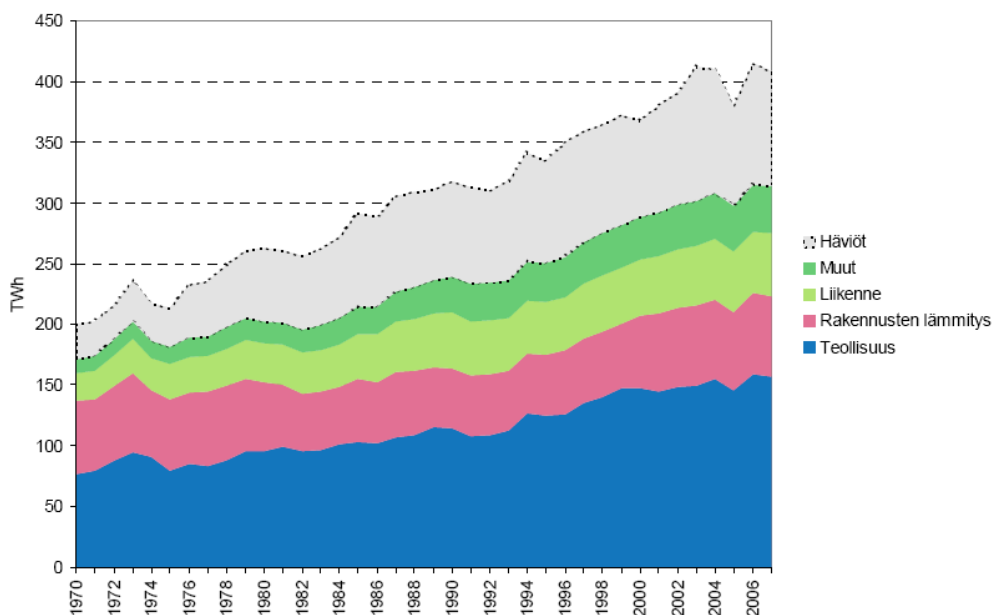
Työssä energiatehokkuuden parantamista tarkastellaan osana kiinteistön elinkaarta. Työn lopussa on esitelty esimerkkipohde ja asunto-osakeyhtiöitä käsittelevä tutkimus. Käsiteltävän esimerkkikohteen osalta pääpaino on kiinteistön nykytilan ja parannuskeinojen kartoittamisesta. Kohteen ollessa teollisuus-/toimistokiinteistö on tilanne muusta olemassa olevasta rakennuskannasta hieman poikkeava. Tarkastelut kohteessa aloitettiin keväällä 2009, jolloin käytiin läpi kiinteistön omistajan intressit ja sovittiin aikataulusta. Samassa yhteydessä todettiin, että ensisijainen tehtävä olisi selvittää energiankulutukseen perustuvaan laskutukseen siirtymisen mahdollisuutta. Lisäksi omistajan edustaja halusi kartoittaa missä kiinteistön mahdollinen energiansäästöpotentiaali on. Tutkimuksessa selvitettiin asunto-osakeyhtiöiden valmiutta energiatehokkuuden parantamiseen. Johtopäätöksissä tehtyjä tarkasteluja verrataan toisiinsa ja kirjallisuudessa esitettyihin energianhallinnan keinoihin.

2 ENERGIA JA YHTEISKUNTA

Nyky-yhteiskunnan toiminta on riippuvainen häiriöttömän ja turvatuksen energian saannista. Yhteiskunnan hyvinvointi perustuu pitkälti energiankäyttöön eri aloilla. Energiantuotannon ja -käytön vuorovaikutus ympäristöön ei kuitenkaan ole kaikin puolin myönteinen. Fossiilisten luonnonvarojen kulumista ja uusiutuvien luonnonvarojen liiallista käyttöä voidaan päästöjen ohessa pitää energiantuotannon ympäristövaikutuksena. Ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi on laadittu niin kansallisia kuin kansainvälisiäkin sopimuksia energiankäytön tehostamiselle sekä päästöjen vähentämiselle. Energiatehokkuuden parantaminen on osa Kioton sopimusta. Sopimus velvoittaa pöytäkirjan ratifioineita teollisuusmaita vähentämään kasvihuonepäästöjä niin, että ensimmäisellä sopimuskaudella 2008–2012 ne olisivat korkeintaan vuoden 1990 tasolla. Tavoitteeseen pääsemiseksi tarvittavat toimet on koottu Kansalliseen ilmastostrategiaan, johon kuuluu lisäksi tavoitteet uusiutuvien energialähteiden suuremmasta hyödyntämisestä. Lisäksi Euroopan unionin jäsenenä Suomi on sitoutunut vuoteen 2020 mennessä vähentämään kasvihuonepäästöjä ja parantamaan energiatehokkuutta 20 % vuoteen 1990 verrattuna. Tähtäimessä on kaiken kaikkiaan ekotehokas toiminta, joka merkitsee tuotteiden, palveluiden ja hyvinvoinnin tuottamista vähemmällä raaka-aine määrällä ja energialla sekä pienemmillä ympäristövaikutuksilla.[Hellgren 1999, Valtioneuvosto 2009]

2.1 Energiankäyttö & säästöt

Energiankäyttö ja käyttökohteet vaihtelevat runsaasti eri maiden välillä. Kylmillä alueilla energiaa kuluu lämmittämiseen, kun taas lämpimillä kuumilla alueilla energiaa kulutetaan jäähdyttämiseen. Myös elinkeinoelämän rakenteella on suuri vaikutus kulutukseen. Esimerkiksi Suomessa noin puolet energiasta kuluu teollisuudessa. Suomessa energiaintensiiviset vientituotteet kuten paperi, ovat paikallisten luonnonvarojen mahdollistamaa teollisuutta. Koko maailman energiankäytön arvioitiin vuonna 2004 olevan yhteensä 9500 Mtoe (400EJ) vuodessa. Energian käytön arvioidaan kasvavan vuosien 2000–2030 välisenä aikana 1,6 % vuodessa. Suurinta niin energian kuin sähkönkin kulutuksen kasvu on Aasiassa. Suomessa energiankulutus on noin kaksinkertaistunut vuosien 1970–2007 aikana, tänä aikana sähkönkulutus on nelinkertaistunut. Kuvassa 2.1 on kuvattu kuinka vuonna 2007 energiankulutus on Suomessa jakautunut. Kokonaiskulutus kyseisenä vuonna oli noin 408 TWh ja sähkönkulutus hieman yli 90 TWh.[Edita 2004, Hellgren 1999, TEM 2009]



Kuva 2.1 Energiankulutus Suomessa sektoreittain vuosina 1970–2007. [TEM 2009]

Energiansäästö sai alkunsa energiavarojen loppumisen pelosta. Terminä energiansäästö on kehittynyt vuosikymmenien saatossa kuvaamaan yhä enemmän ympäristön kuormituksen vähentämistä energian suhteen. Suomessa verrattain halpa energia ei ole kannustanut energiansäästöön, mutta tulevaisuuden osalta on kuitenkin varauduttava energiakustannusten nousuun. Energiansäästö on mahdollista lähes kaikilla energiankäytön saroilla, mutta oleellista on tapahtuuko energian kulutuksen väheneminen tehostamisen vai luopumisen keinoin. Vaikka säästöpotentiaali saataisiinkin kohdistettua, on käyttö sidottu hyvin pitkälle erilaisiin rakenteisiin. Hyvätkin säästökohteet voivat osoittautua kustannustehokkuudeltaan huonoiksi. Energiansäästö voidaan jakaa kolmeen yksinkertaiseen osatekijään:[Hellgren 1999, Kasanen 1997, Seppänen 2004, Ympäristö 2009c]

- tarpeettomasta kulutuksesta luopuminen
- ominaiskulutuksen pienentäminen
- rakenteellisten muutoksien tekeminen tuotannossa ja käytössä.

Energiatehokkuuden parantamisella tarkoitetaan energiansäästöä kustannustehokkaasti. Hyvinvoinnin jatkumisen kannalta energiatehokkuuden parantaminen yhdessä henkilökohtaisten kulutustottumusten kanssa lienevät todennäköisimmät keinot kokonaisvaltaiselle energiansäästämiselle. Esimerkkinä mainittakoon, että pelkästään toimintatapoja muuttamalla keskisuurissa yrityksissä energiankustannuksissa on pystytty saavuttamaan 2–5 % säästöjä. Energiansäästöpotentiaalia löytyy lähes kaikkialta. Oleellista on säästöpotentiaalin realisointi kustannustehokkaasti. Suurten teollisuusyksiköiden käyttöikien ollessa pitkiä, on investointien tekeminen ennen aikaisesti usein kannattamatonta. Energiaintensiivisillä aloilla muutokset ovat aina kalliita, joten säästöön liittyvät investoinnit tehdään vain

prosessiin liittyvien muutosten yhteydessä. Tietyillä teollisuudenaloilla tehtyjen energiakatselmusten perusteella on sähkönsäästöpotentiaalin todettu olevan luokkaa 7 % ja lämmönsäästön 24 %. Suurinta säästöpotentiaalin katsotaankin olevan rakennusten lämmityksen osalta. Tältä osin säästö jakautuu kolmeen osaan: kaukolämmön, lämpö/polttoaineiden ja sähkön säästöön. Rakennuskannan hitaan uusiutumisen vuoksi on säästäminen kuitenkin tälläkin saralla hyvin pitkäjänteistä työtä ja investoinnit sen osalta ajoittuvat usein peruskorjauksien yhteyteen.[Seppänen 2004,Teknologiaateollisuus 2009]

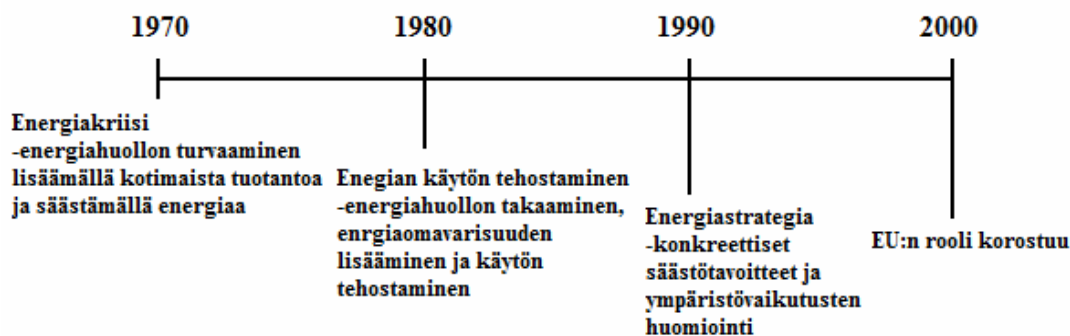
2.2 Energiatehokkuutta koskevat säädökset ja niiden kehittyminen

Suomessa kiinnostus energiankulutusta kohtaan alkoi 1970-luvulla energiakriisien aikaan. Tuolloin toimenpiteenä oli energian käytön rajoittaminen energian riittävyyden takaamiseksi. Energiakriisin jälkeen vuonna 1978 laadittiin hallituksen energiapoliittinen selonteko eduskunnalle. Selonteko sisälsi oletuksia öljyn riittävyydestä ja hintakehityksestä. Selonteon pohjalta sai alkunsa Suomen energiapoliittinen ohjelma (KM 1979:16), jota valmisti yhdessä kauppa- ja teollisuusministeriön kanssa sen yhteydessä toimiva energiapolitiikan neuvosto. Tuolloin tavoitteeksi asetettiin energiahuollon turvaaminen lisäämällä kotimaista tuotantoa ja säästämällä energiaa. Vuonna 1978 alkoi myös työ energiansäästötoimikunnassa. Toimikunnan tarkoitus oli selvittää keinoja energiansäästön edistämiseksi (KM 1980:3).[Kasanen 1997, TEM 2009]

1980-luvun alussa Suomen riippuvuus öljystä oli pienentynyt. Energiansäästö ja energiatehokkuus saivat uuden merkityksen, enää ei puhuttu energiankäytön pienentämisestä, vaan tuotannon raaka-aineiden säästämisestä. Energiankäyttöä lisäämällä voitiin säästää valmistettavan raaka-aineen määrässä. Tämä oli erityisen merkityksellistä suomalaisessa paperiteollisuudessa, jossa paperin laatua saatiin paremmaksi ja näin ollen prosessia kustannustehokkaammaksi. 1980-luvun pääpaino energiapolitiikassa oli energiahuollon takaaminen, energiaomavaraisuuden lisääminen sekä energian tehokas käyttö.[Kasanen 1997, TEM 2009]

Vuosina 1991–1992 Suomelle laadittiin energiastrategia. Strategian takana oli energiapolitiikan neuvoston ehdotus (KM 1991:29). Ensimmäistä kertaa energiahuollon ja -tehokkuuden lisäksi korostettiin ympäristövaikutuksia. Energiansäästöllä ja energiatehokkuudella katsottiin olevan aiemmin todettujen hyötyjen lisäksi suuri merkitys ympäristöpäästöjen kannalta. Tavoitteeksi asetettiin 1–2 % vuosittainen pieneneminen energianominaiskulutuksessa. Syksyllä 1992 hallitus hyväksyi energiansäästöohjelman, jonka mukaan energiankäytön tehostamisen esimerkkinä tuli toimia kunnat, valtio ja julkinen sektori. Kehitys ensimmäisen energiansäästöohjelman jälkeen oli yhä selvemmin painottunut ympäristövaikutusten ehkäisemiseen. Erityisen tarkkailun alla olivat energiantuotannosta ja käytöstä syntyvät hiilidioksidipäästöt. Vuonna 1995 valioneuvosto teki energiasäästöä päätöksen energiansäästöohjelman

tehostamiseksi. Energiatehokkuuden kehittymistä 1900-luvun loppupuoliskolla on esitetty kuvassa 2.2. Tavoitteeksi asetettiin vähentää energiakulutusta 10–15 % vuoteen 2010 mennessä perusuraan nähden. 2000-luvulle tultaessa energiansäästöohjelmia oli päivitetty useasti ja suunnannäyttäjäksi energiapuolella tuli EU.[Kasanen 1997, Patosalmi 1996, TEM 2009]



Kuva 2.2 Kansallisten säädösten kehitys. [Kasanen 1997, Patosalmi 1996, TEM 2009]

EU:n rooli suunnannäyttäjänä energiatehokkuuden osalta on kasvanut merkittävästi 2000-luvulla. EY:n direktiivit energiapalveluista, laitteiden sekä rakennusten energiatehokkuudesta ja merkinnöistä ovat saaneet alan valtavaan kasvuun. Edellä mainittujen lisäksi muun muassa päästökauppadirektiivi on nostanut ympäristöasioiden merkityksen esille. Merkittävimmin energiatehokkuutta käsittelevinä direktiiveinä pidetään rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä (2002/91/EY), EuP-direktiiviä (2005/32/EY) sekä energiapalveludirektiiviä (2006/32/EY).[TEM 2009]

Direktiivi (2002/91/EY) antaa perusteet energiatehokkaalle rakentamiselle. Direktiivin tavoitteena on vähentää uusien ja korjattavien rakennusten hiilidioksidipäästöjä. Direktiivi sisältää kolme pääaluetta: energiatodistusten käyttöön oton, energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset, sekä lämmityskattiloiden ja ilmastointilaitteiden määräaikaistarkastukset. Direktiivin soveltaminen tulee ottaa huomioon kansallisesti, ilmasto-olosuhteet huomioiden. [Sähkötieto 2008, TEM 2008]

Direktiivi (2005/32/EY) antaa puitteet energiaa käyttävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle ja tuotekehitykselle. Direktiiviä kutsutaan EuP-direktiiviksi eli Ecodesign direktiivi. EuP-direktiivin tavoitteena on yhdistää uusien tuotteiden kehittämiseen ympäristönäkökohdat ja elinkaariajattelu.[TEM 2008]

Direktiivi (2006/32/EY) energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista asettaa vuoteen 2016 jäsenvaltioille ohjeellisen kansallisen 9 %:n kokonaistavoitteen energiansäästölle. Direktiiviä kutsutaan energiapalveludirektiiviksi. Julkinen sektori on asetettu direktiivin osalta esimerkiasemaan niin, että direktiivi velvoittaa julkisia hankintoja tehtäessä huomioimaan energiatehokkuuden.[TEM 2008]

Joulukuussa 2008 Euroopan unionin hyväksymä ilmasto- ja energiapaketin tavoitteena oli jatkaa Kioton kauden jälkeen, vuodesta 2013 alkaen, päästöjen vähentämistä. Jäsenvaltiot ovat nyt velvollisia vähentämään kasvihuonekaasuja 20 %

vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 tasosta. Lisäksi tavoitteena on parantaa energiatehokkuutta 20 % ja lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä 20 %. [Ympäristö 2009a]

2.3 Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus

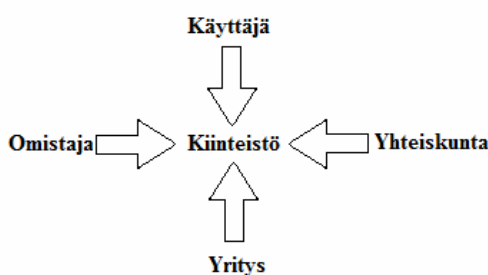
Energiapalveludirektiiviin (2006/32/EY) pohjautuen on Suomessa tehty energiatehokkuussopimuksia. Eri sopimuspuolia on esitelty kuvassa 2.3. Sopimuksien tavoitteena on saavuttaa direktiivin mukainen 9 % energiansäästö Suomessa vuoteen 2016 mennessä. Julkinen sektori on asetettu esimerkkiasemaan tehokkuuden parantamisessa ja yritysten osalta toimintaan energiatehokkuuden parantamiseksi on saatavissa valtion tukea. Tukitoiminta kattaa asiantuntevaa opastusta, neuvontaa sekä tukea investointeihin ja energiakatselmuksiin. Sopimuksen tehneet yrityksen sitoutuvat energiatehokkuuden parantamiseen sekä uusiutuvien energialähteiden suosimiseen. Sopimus edellyttää yritykseltä energiankäytön tehostamissuunnitelmaa ja vuosittaista raportointia energiankulutuksesta, tehdyistä katselmuksista sekä kokemuksista. Energiatehokkuussopimusten tarkoitus on kannustaa yrityksiä panostamaan energiatehokkuuden parantamiseen ja näin ollen tekemään kustannustehokkaita investointeja. Taloudellisen hyödyn lisäksi sopimus antaa hyvän välineen yrityksen ympäristö- ja yhteiskuntavastuun kantamiselle. [EK 2007, Motiva 2009, Teknologiateollisuus 2009]



Kuva 2.3 Työ- ja elinkeinoministeriön päävastuulla olevat energiatehokkuussopimukset. [Motiva 2009]

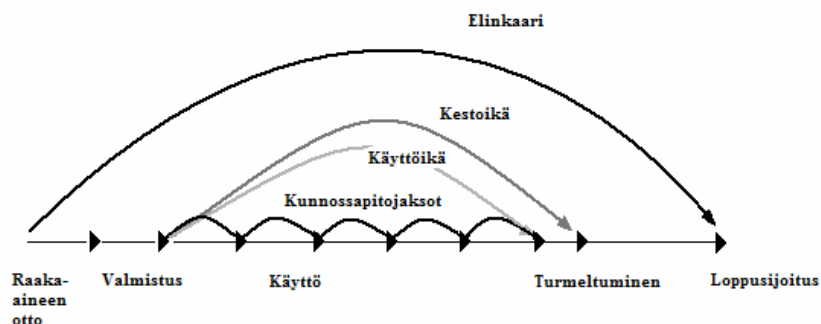
3 KIINTEISTÖN ELINKAARI JA SÄHKÖISTYS

Kiinteistön elinkaariajattelulla pyritään mahdollisimman taloudellisiin ratkaisuihin huomioiden nykyhetki ja tulevaisuus. Rakentamisessa pyritään rakenteiden kestävyYTEEN sekä pitkään käyttöikään. Käyttöiän kannalta oleellista on helppo muunneltavuus, pieni energiankulutus sekä taloudellinen ylläpito. Kiinteistön elinkaaren katsotaan muodostuvan erilaisista sykleistä. Syklin vaihtuessa mm. kiinteistön omistus ja käyttötarkoitus voivat muuttua. Toiminnallisten muutosten kohdalla on todennäköistä, että myös kiinteistön rakenteeseen ja tekniikkaan joudutaan tekemään muutoksia. Kiinteistön eri osa-alueiden käyttöiän poiketessa toisistaan on tilannetta tarkasteltava tapauskohtaisesti sidosryhmät huomioon ottaen. Kiinteistön sidosryhmät on esitetty kuvassa 3.1.[Myyryläinen 2008,NSS 2004]



Kuva 3.1 Kiinteistön sidosryhmät. [NSS 2004]

Rakennuksen elinkaaren katsotaan alkavan raaka-aineen käyttöön ottamisesta ja päättyvän uudelleenkäyttöön, kierrätykseen tai loppusijoituspaikkaan. Rakennuksen kannalta käyttöikä on elinkaarta merkityksellisempi. Kiinteistön elinkaari esitetty kuvassa 3.2. Käyttöiän määrittelevät paitsi rakennusvaiheessa tehdyt ratkaisut myös muutokset, joita on tarpeen tehdä tehokkuuden ylläpitämiseksi. Suunnittelun merkitys korostuu, koska rakennuksen käyttö onnistuu parhaalla mahdollisella tavalla alkuperäisen käyttötarkoituksen mukaisena. Kiinteistön energiankäytön kannalta erityisen tärkeää on panostaa suunnittelussa sisäilman ja energiatalouden suunnitteluun.[Myyryläinen 2008]

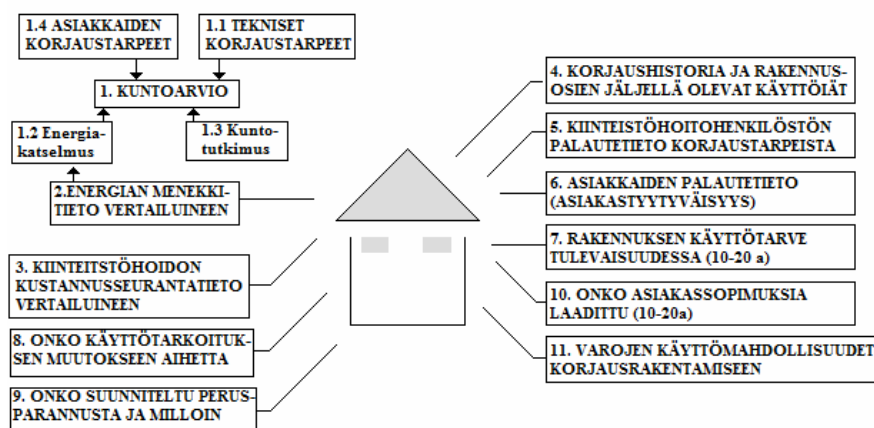


Kuva 3.2 Kiinteistön elinkaari.[Myryläinen 2008]

3.1 Korjaustarpeen kartoittaminen ja PTS-ohjelma

Kiinteistöön tehokkaalle käytölle vaatimuksena on ajoittainen korjaustarpeen kartoittaminen. Onnistuneeseen kartoittamiseen vaaditaan omistajan sitoutumista sekä tietoa asiakkaiden tarpeista ja kiinteistön ylläpidosta energianmenekkitietoineen. Energiakulutuksen kohdistaminen on oleellinen tekijä järjestelmäkohtaisia puutteita paikannettaessa sekä rakennuksen korjaussuunnitelmaa laadittaessa.[Myryläinen 2008, Virta 2009]

Kiinteistön korjaustarpeita käsittelevä PTS-ohjelma on korjausrakentamisen tarve- ja hankesuunnittelun asiakirja, joka määrittellään yleisesti seuraavalle 1–10 vuodelle. Ohjelman tarkoituksena on ohjata kiinteistön taloudellista ja suunnitelmallista korjaustoimintaa koko elinkaaren ajan. Taloudellisen toiminnan lähtökohtana on jakaa kustannuksia pidemmälle ajanjaksolle niin, että tulevien suurempien hankkeiden taloudellinen rasite ei koidu kohtalokkaaksi. Rakennuksen eri osa-alueet vanhenevat eri aikaa, joten korjaustoiminta on vanhoilla rakennuksilla lähes jatkuvaa. Rakennuksen tekniset korjaustarpeet selvitetään kuntoarvioiden, energiakatselmusten sekä kuntotutkimusten avulla. PTS-ohjelman on tarkoitus antaa kattava kuva rakennuksen tilasta ja sen tulevaisuudesta. Kuvassa 3.3 on esitetty PTS-ohjelman osa-alueita. Ohjelman yhteydessä tehtyjen virheiden vaikutus saattaa hyvinkin yllättäen kasvaa suureksi ja aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia, kun taas toisaalta oikein tehdyn, ennakoivan korjaustoiminnan avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä.[Myryläinen 2008, Virta 2009]



Kuva 3.3 PTS-ohjelman eri osa-alueet.[Myyryläinen 2008]

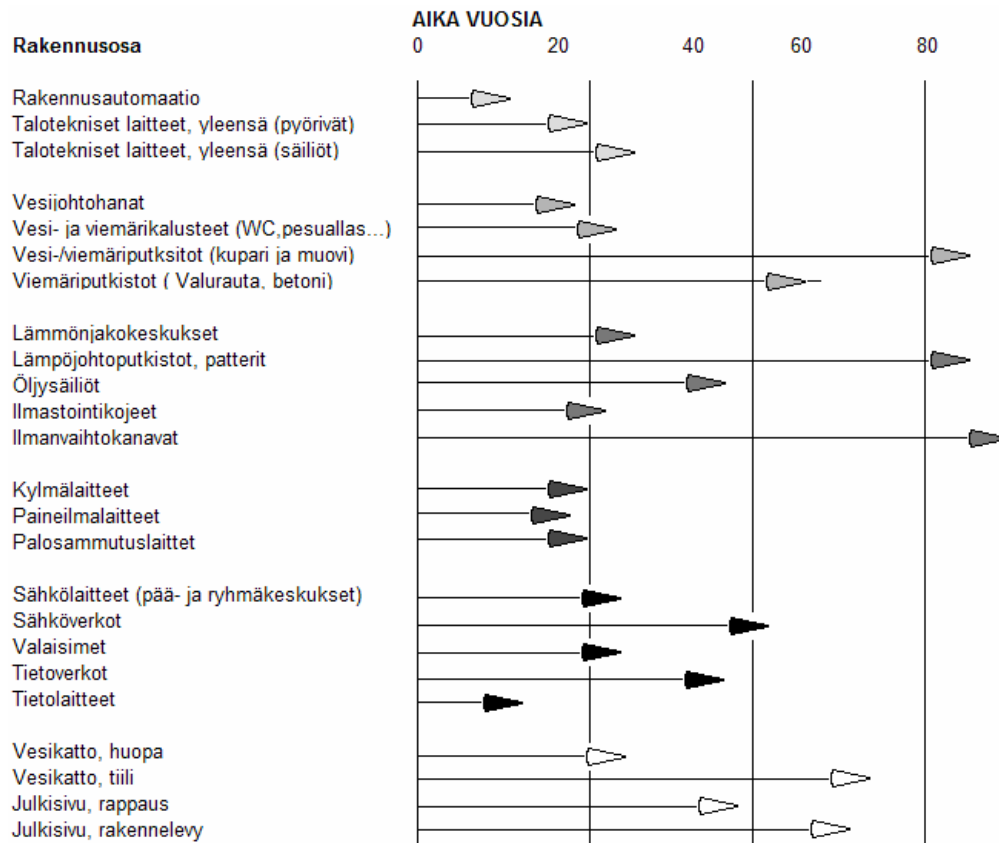
3.1.1 Asunto-osaakeyhtiölaki korjausselvityksistä (AOYL 2010)

Uusi asunto-osaakeyhtiölaki tulee voimaan 1.7.2010. Laki sisältää mm. säädöksen viisivuotisista korjaussuunnitelmista. Laki velvoittaa taloyhtiöitä esittämään joka vuotuisessa yhtiökokouksessa korjaustarpeet seuraavalle viidelle vuodelle siltä osin, mitä se olennaisesti vaikuttaa yhtiövastikkeisiin ja asumismenoihin. Lain tarkoituksena on ehkäistä yllätyksenä tulevia investointeja sekä välittää tietoa rakennuksen kunnosta niin nykyisille kuin mahdollisille tuleville asunnonomistajille. Selvityksen pitää mahdollisuuksien mukaan perustua asiantuntijan selvitykseen tai suoritettuun kuntoarvioon. Korjaustarpeiden selvityksien toivotaan lisäävän kiinnostusta rakennusosien elinkaarikustannuksiin.[Isännöintiliitto 2009, Kiinteistölehti 2009, Virta 2009]

3.2 Rakennusosien käyttöikä ja korjaustoimenpiteiden kartoitus

Kiinteistöomaisuutta arvioitaessa on huomioitava eri rakennusosien käyttöiät. Laadukkaista materiaaleista valmistetut rakennukset ja sen osat, kunnollisella ylläpidolla, vastaavat usein annettuja käyttöikä suosituksia. Käyttöiän ohjeellisia arvoja on esitetty kuvassa 3.4. Tekninen käyttöikä ei aina vastaa taloudellista käyttöikää, kun otetaan huomioon mahdollisesti muutostyöt sekä kallistuva energian hinta. Rakennuksen käytön muutoksien ennakointi takaa toisaalta turhien investointien sekä ennakoivan toiminnan onnistumisen osana PTS-ohjelmaa. Rakennusosien käyttöikään vaikuttavia tekijöitä:[Myyryläinen 2008]

- asennustapa
- käyttötavat ja käyttöolosuhteet
- huoltotoiminta
- ympäristötekijät/asennuspaikka
- viankorjausnopeus



Kuva 3.4 Rakennusosien arvioitu käyttöikä. [Myyryläinen 2008]

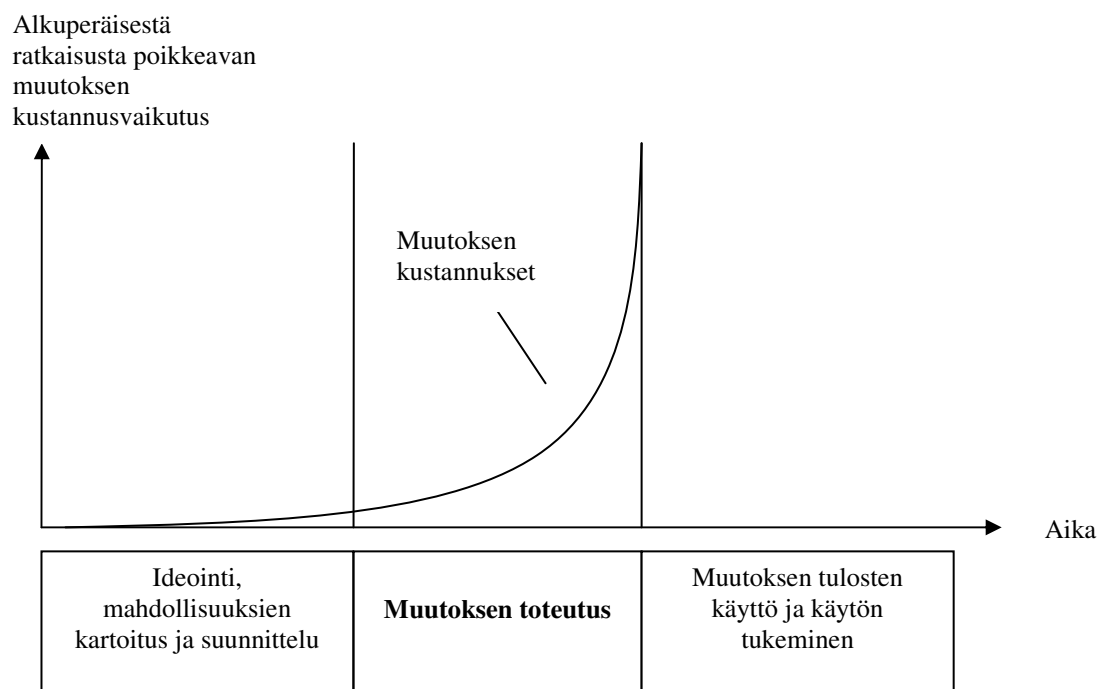
Korjaustoiminnan kannalta ennenaikaiset toimenpiteet ovat harvoin kannattavia. Energiatehokkuuden parantaminen investointien avulla lähtee mittausinformaation keräämisestä ja energiatalouslaskelmien laatimisesta. Menekkien ollessa liian suuria tulee pohtia investointien kannattavuutta kustannusten osalta. Kulutuksen seuraaminen perustuu vertailuun. Ilman riittävää vertailua, kulutuksen kasvun syy saattaa jäädä selvittämättä. Vertailua voidaan tehdä joko aikaisempien vuosien kulutustietoihin tai yleiseen normikiinteistöön huomioiden olosuhteiden vaikutukset. Vertailua tehtäessä on kuitenkin syytä huomioida kiinteistöjen yksilöllisyys. Korjaustoimintaa ei yleisesti aloiteta välittömästi korjaustarpeiden kartoituksen yhteydessä vaan kartoituksen on tarkoitus antaa tietoa rakennuksen kunnosta ja korjaustarpeista omistajalle. Omistaja määrittelee omien näkemyksiensä mukaan tehtävät toimenpiteet. Korjaustoimenpiteiden syitä voidaan jakaa eri kategorioihin seuraavasti:[Myyryläinen 2008]

- asiakkaiden korjaustarpeet toiminnan kehittymisen kannalta
- kiinteistön tekniset korjaustarpeet kuntoarvion perusteella
- turvallisuus- ja terveellisyysnäkökohdat
- energiataloudelliset korjaustarpeet

Kiinteistöomistamisen ollessa pitkälti liiketoimintaa, arvojärjestys korjaustoiminnalle on usein sen mukainen. Terveysaspektien ja asiakkaiden tarpeiden ollessa etusijalla, energiansäästökysymykset usein jäävät taka-alalle. Tulevaisuuden näkymät kiinteistöalalla kuitenkin osoittavat, että yhteiskunnan asettamat vaatimukset lisääntyvät ympäristö- ja energiakysymyksissä.[Myyryläinen 2008]

3.3. Sähkösuunnittelun merkitys kiinteistölle

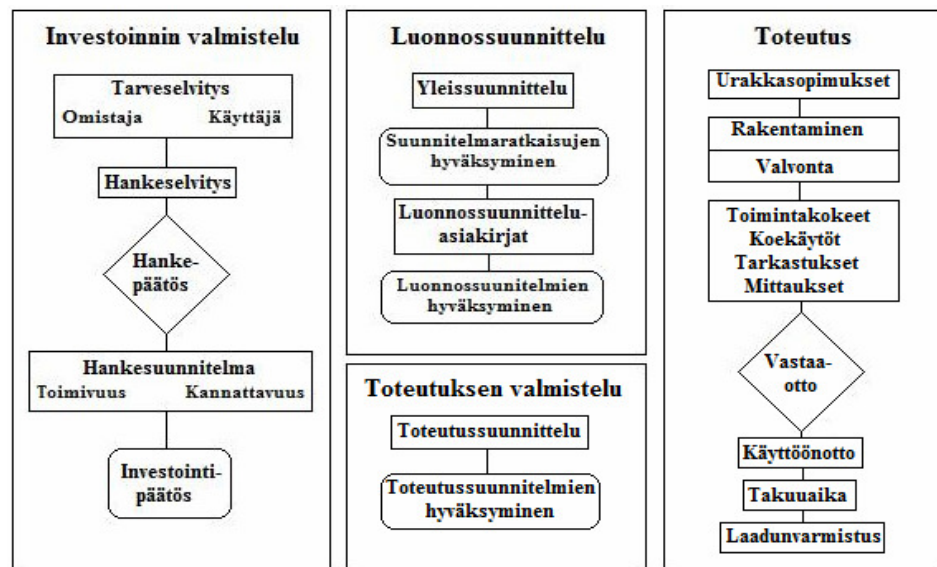
Kiinteistön kannalta oleelliset ratkaisut tehdään yleensä jo investointia valmistellessa tai suunnitteluvaiheessa. Alkuvaiheessa tehty yleisratkaisu kiinteistön käytöstä määrittelee pitkälle tulevaisuuteen kiinteistön mahdollisuudet. Hankkeiden edetessä mahdollisuus vaikuttaa kiinteistöön tehtäviin muutoksiin huononee ja kustannukset nousevat, kuva 3.5. Hyvällä suunnittelulla mahdollistetaan tarkempi budjetointi ja aikataulujen oikeellisuus. Rakennusvaiheessa tehdyillä investoinneilla voidaan saavuttaa säästöjä hoitomenekeissä ja -kustannuksissa. On kuitenkin otettava huomioon, että suunnittelu tehdään pitkälti annettujen ohjeiden puitteissa. Kysymys on siis paljon suunnittelua laajemmasta asiasta, kuten hankkeen ideoinnista. Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat osaltaan rakennusmääräykset, mutta myös halutut materiaalivalinnat ja LVIS-tekniset ratkaisut vaikuttavat merkittävästi kokonaisuuteen. [Isännöintiliitto 2009, Myyryläinen 2008, Patosalmi 1996, Virta 2009]



Kuva 3.5 Alkuperäisestä ratkaisusta poikkeavien muutosten kustannusvaikutukset.[Artto 2006]

Hankkeiden suunnittelijoiden on tarkoitus toimia oman osa-alueensa asiantuntijoina. Suunnittelijan tehtävänä on etsiä ja etsittää ratkaisuvaihtoehtoja, jotka täyttävät tai jopa ylittävät vaadittavat ominaisuudet. Onnistuneen suunnittelun lopputuloksena saadaan energiatehokas ja toimiva kokonaisuus, joka vastaa ennen kaikkea työtilaajan vaatimuksia. Energiatehokkuutta parannettaessa varsinkin korjausrakentamisen osalta tulisi panostaa erityisesti erilaisten vaihtoehtojen vertailuun. Pelkkä investoinnin kustannuslaskenta takaisinmaksuaikoihin harvoin vastaa täysin todellisuutta. On suositeltavaa tehdä myös jossain määrin herkkyyksianalyysiä kustannusarvion ympärille, jotta ikäviltä yllätyksiltä välttyttäisiin.[NSS 2004, Virta 2009]

Suunnitteluprosesseja voi olla kiinteistön osalta useita. Esimerkkinä mainittakoon työn kannalta keskeinen sähköisen talotekniikan suunnitteluprosessi. Muutoksien suunnittelu voidaan jakaa tässä tapauksessa neljään vaiheeseen: investoinnin valmisteluun, luonnossuunnitteluun, toteutuksen valmisteluun sekä toteutukseen. Prosessin läpiviennin kannalta on tärkeää suunnitella aikataulut niin, että suunnittelun tilaajalla on mahdollisuus tehdä päätökset, joiden perusteella suunnittelua viedään eteenpäin. Epäonnistuneen suunnitteluprosessin taustalta löytyy usein liiallinen kiire, joka johtaa riittämättömään suunnitteluun. Esitetty prosessi on yleistettävissä kaikille suunnittelun saroille. Prosessia on selvitetty tarkemmin kuvassa 3.6.[NSS 2004]



Kuva 3.6 Suunnitteluprosessi. [NSS 2004]

Läpiviennin kannalta projekti voidaan jakaa yksinkertaisiin vaiheisiin. Projektin valmistelu yksinkertaisuudessaan koostuu ilmaantuneesta tarpeesta, vaihtoehtojen selvittämisestä ja investointipäätöksestä. Mikäli päätöksenä on toteuttaa projekti, laaditaan suunnitelma. Suunnitteluvaiheessa käydään läpi vaihtoehtoiset ratkaisut ja valitaan näistä otollisimmat. Olennainen osa luonnossuunnittelua on ratkaisujen hyväksyminen projektin teettäjällä. Toteutuksen valmistelun tehtävänä on valmistella tulevat hankinnat urakan osalta sekä tehdä päätös investoinnin suorittamisesta.

Prosessin viimeisenä vaiheena toteutus kattaa kaiken urakkasopimuksien tekemisestä aina takuuajan umpeutumiseen.[NSS 2004, Virta 2009]

3.3.1 Sähkösuunnittelun erityispiirteet

Sähköteknisille laitteille on asetettu kansallisia ja kansainvälisiä turvallisuusvaatimuksia. Suomen kansalliset säädökset on saatavilla Turvatekniikan keskuksen [www-sivuilla](http://www.sivuilla) tai Sähkötieto ry:n julkaisemasta ST-kortistosta. Sähkösuunnittelijan pätevyydelle ei ole annettu vaatimuksia eikä suunnittelu ole ilmoituksenvaraista toimintaa kuten sähkötöiden tekeminen. Suunnittelussa ei myöskään edellytetä sähkötöiden johtajaa. Suunnittelijan tulee kuitenkin tuntea sähkötöihin ja turvallisuuteen liittyvät seikat, jotta suunnitellut työt ovat toteutuskelpoisia ja määräysten mukaisia. Suunnitteluvaiheessa rakennuksen kannalta oleellista on liittymistehon ja jännitetasen tarve, joka vaikuttaa edelleen esimerkiksi muuntamotilan tarpeeseen. Sähkönlaatuun liittyen on myös tulevan kuorman tyypillä vaikutuksensa järjestelmään. Rakennuksessa, jossa käyttötarkoituksen muutokset ovat odotettavissa, on järjestelmän oltava joustava. Rakenteellisesti tämä tarkoittaa keskusten ja kaapeloinnin osalta sitä, että ne sijoitetaan kantavien rakenteiden viereen. Oikealla sijoittamisella vältetään turhalta työltä muutosremonttien yhteydessä.[NSS 2004]

Suomen sähköturvallisuuslaki edellyttää, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava, korjattava, huollettava sekä käytettävä niin, että[NSS 2004]

- hengelle, terveydelle ja omaisuudelle ei aiheudu vaaraa
- sähköisesti tai sähkömagneettisesti ei aiheudu kohtuutonta haittaa
- laitteisto itse ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti

Käytännössä edellä olevat määräykset tarkoittavat riittäviä asennustiloja, sähkölaitteiston sopivaa ryhmittelyä, käyttö- ja huoltokytкимиä sekä sähkölaitteistojen väljää rakenteellista mitoitus- ja laitteiden sijoittelua. Korjausrakentamisessa oleellista on uusien ja vanhojen asennusten säädöstenmukaisuus koko hankkeen ajan. Oman alansa asiantuntijana suunnittelijan tulee tunnistaa ristiriidat työtilaajan toiveiden ja kohteen käyttötarkoituksen välillä. Suunnittelija vastaa siitä, että valmis kohde vastaa työsuojelullisia vaatimuksia niiltä osin kuin suunnittelija on ollut tietoinen kohteen käytöstä ja käyttötarkoituksesta. Työsuojelulaki edellyttää seuraavia asioita suunnittelijalta:[NSS 2004]

- työympäristö sekä siinä olevat koneet ja työvälineet eivät saa aiheuttaa haittaa työntekijän ruumiilliselle tai henkiselle terveydelle
- työtilan olosuhteiden tulee vastata kyseisen työn vaatimuksia

- koneet ja laitteet on sijoitettava niin, että työn turvallinen suorittaminen on mahdollista
- valaistuksen tulee olla työtehtävään sopiva
- valaistuksen kunnossapito ja huolto on otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa
- valaistuksella on oltava varajärjestelmä vikatilojen varalle ikkunattomissa tiloissa

3.3.2 Sähkösuunnittelun ja laitevalintojen merkitys

Yhteiskunnan kasvanut kiinnostus energiatehokkuuteen näkyy myös sähkösuunnittelussa. Suunnitteluvaiheen ratkaisuilla voidaan vaikuttaa merkittävästi myös energiakulutukseen. Sähköistyksessä on aina syytä huomioida rasituksista ja etäisyyksistä johtuvat häviöt sekä laitevalinnat. Sähkölaitteistoiden osalta tämä merkitsee hyötysuhteeltaan parempien kojeistojen käyttämistä sekä käytön entistä tarkempaa ohjaamista. Esimerkiksi valaistuksen ollessa yksi suurimmista energian kuluttajista, on perusteltua miettiä kustannustehokkuuden parannuskeinoja valaistuksen suhteen. Juuri valaistussuunnittelussa tämä voi tarkoittaa päivänvalon ja valontarpeen mukaisesti säätyvää valaistusta. Käyttöohjeilla ja opastuksella pystytään vaikuttamaan käyttäjän asennoitumiseen energiankulutuksen suhteen.[NSS 2004]

3.3.3 Elinkaariajattelu osana sähkösuunnittelua

Rakennusten suunnittelussa on huomioitava, että elinkaaren jossain vaiheessa käyttötarkoituksen muutos on mahdollinen. Suunnittelun perusratkaisun tulee olla sellainen, että muutoksien toteuttaminen ei aiheuta kohtuutonta työmäärää ja kustannuksia. Käytönaikaisille muutoksille, kuten laitteistotäydennyksille tulee olla riittävät tilat laitehuoneissa sekä kaapelikanavissa. Rakennuksen käytönaikaisten muutosten dokumentointiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Suurempia investointeja toteutettaessa olemassa oleva dokumentointi säästää rahaa ja resursseja.[Myyryläinen 2008, NSS 2004]

Uusien kohteiden suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisesti kasvava kulutus ja näin ollen laitteistot on ylimitoitettava. Laitteistovalinnoissa on syytä kiinnittää huomiota standardin mukaisiin valintoihin silmälläpitäen tulevaisuuden huoltoja ja varaosatarpeita.[NSS 2004]

3.4 Kiinteistön sähköistys

Sähkönjakelujärjestelmän tarkoitus on tarjota tasoltaan sopiva käyttövoima häiritsemättä rakennuksen muita sähkölaitteita. Järjestelmän tulee olla turvallinen ja taloudellisesti mitoitettu käyttötarkoitukseen nähden kuitenkin niin, ettei sähkönlaatu kärsi. Perusratkaisut tulee tehdä mahdollisia muutoksia silmälläpitäen. Rakennuksen sähköverkkoa mitoittaessa tulee ottaa huomioon tarvittava näennäisteho, sillä kaapelit,

muuntajat ja kytkinlaitteet mitoitetaan kokonaisvirran perusteella. Mikäli rakennuksessa tarvitaan kompensointia, on se järkevintä tuottaa paikallisesti. Oikein mitoitettulla kompensoinnilla voi olla suuria taloudellisia vaikutuksia.[Sähkönjakelu 1991, Sähkötieto 2001]

3.4.1 Sähköliittymän tyyppi

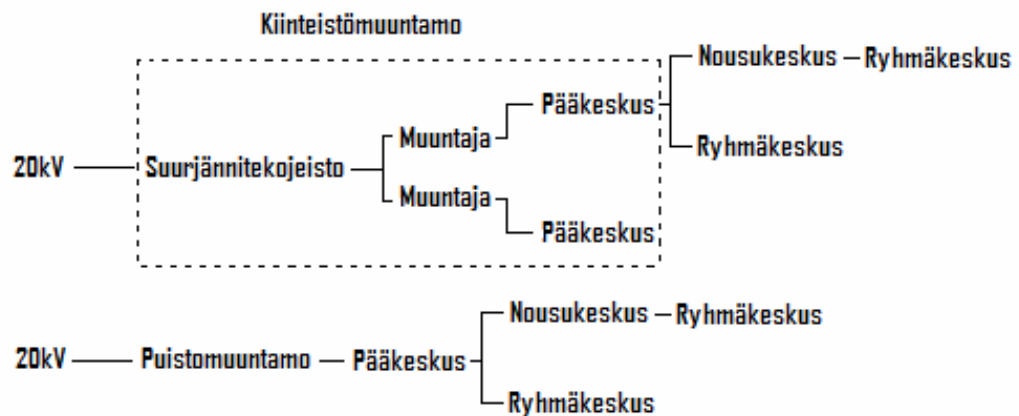
Sähköliittymän tyyppin määrittelevät rakennuksen tehontarpeet ja liittymän taloudellisuus. Tehontarve on riippuvainen rakennuksen pinta-alasta, liitettävistä sähkölaitteista sekä lämmitysmuodosta. Huipputehon ollessa alle 500 kW on pienjänniteliittymä yleisesti edullisempi, mutta jo 250 kW:n tehosta ylöspäin asiaa kannattaa tarkastella. Liittymätyypin kannattavuuteen vaikuttaa paitsi käyttö myös sähkönhinnoittelu, liittymismaksut, muuntamotilan ja muuntajan kustannukset, muuntajan häviöt ja aiheutuneet häiriöt sekä muuntamon käytönjohtajan ja huollon kustannukset. Liittymätyyppiä vaihtaessa on arvioitava muutoksen kannattavuutta ja vaikutusta käyttövarmuuteen.[Sähkötieto 2004]

3.4.2 Sähkön pääjakelujärjestelmä

Sähkönpääjakelu voidaan yksinkertaisesti kuvata ketjulla: liittymä, pääkeskukset, ryhmäkeskukset. Liittymä on piste, jossa rakennus liittyy jakeluverkkoon. Liittymäjohtot tuodaan kiinteistön omalle muuntamolle tai pääkeskukselle, josta kaapeloinnin avulla sähkö välitetään ryhmäkeskusten kautta kulutuspeisteisiin. [Sähkötieto 2004]

Muuntamo koostuu kolmesta perusosasta: suurjännitekojeistosta, jakelumuuntajasta sekä pienjännitekojeistosta. Rakennuksen käyttötarkoitus ja näin ollen liittymätyyppi määrittelevät tarvitaanko kiinteistössä oma muuntamo vai tuodaanko liittymäjohto kiinteistön ulkopuolisesta jakelumuuntamosta. Muuntajien tärkeimpänä tehtävänä on jännitteen asettelu voimansiirron kannalta edullisimpaan arvoon. Muuntamoa voidaan täydentää tarpeen mukaan loistehonkompensoinnilla ja yliaaltosuodatuksella. [ABB 2000]

Pääkeskuksella tarkoitetaan jakokeskusta, jonka kautta rakennus liitetään sähkönjakeluverkkoon. Pääkeskukselta sähkönjakelu etenee suoraan ryhmäkeskuksille tai pääjohtojen avulla nousukeskuksille. Ryhmäkeskus on ryhmäjohtojen ylivirtasuojia ja muita komponentteja sisältävä ryhmäjohtoja syöttävä keskus. Ryhmäjohtojen avulla kulutuskojeet kytketään keskuksiin. Ryhmäkeskusten osalta on järkevää erotella erityyppiset kulutuskohteet eri keskuksille. Johdonmukaisella sijoittelulla saadaan sähkönjakelu loogiseksi ja osa-alueiden seuraaminen mahdolliseksi. Kuvassa 3.7 on esitettyä sähkönjakelun toteutuksen vaihtoehtoja.[SFS 151, Tetri 2005]

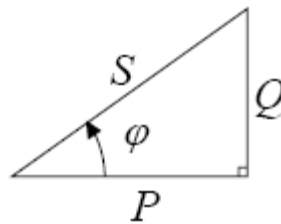


Kuva 3.7 Esimerkkejä sähkönjakelun toteutuksesta keskuksien osalta.

3.4.3 Sähkönjakelun häiriöttömyyden varmistus

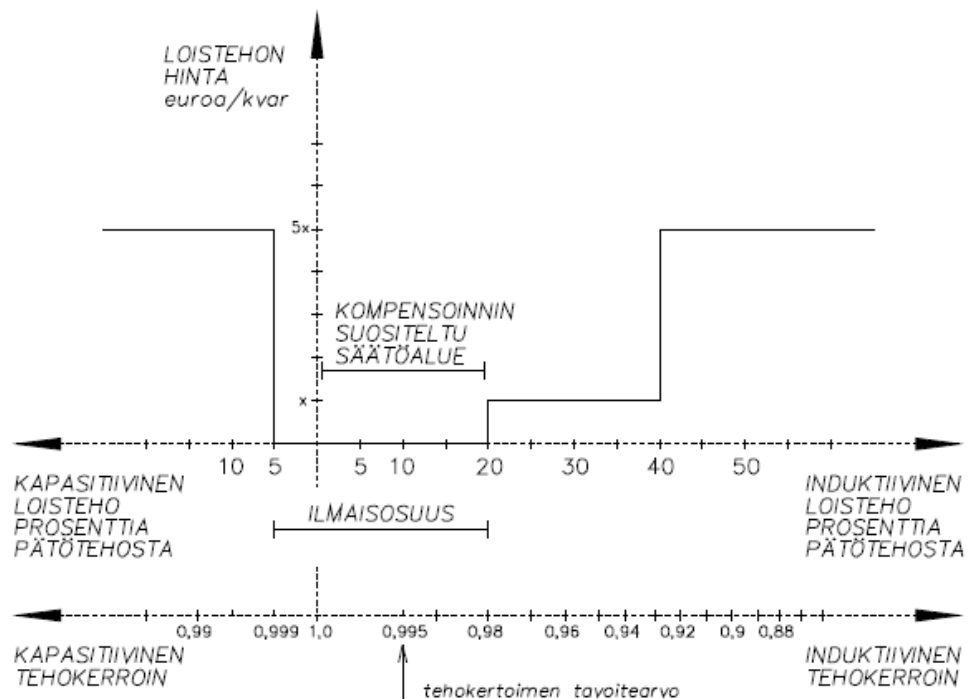
Maadoituksen ja potentiaalin tasauksen päätarkoitus on yhdistää sähköasennukset sekä rakennuksen johtavat rakenteet samaan potentiaaliin maan kanssa niin, että vaarallisten potentiaalierojen muodostuminen ei ole mahdollista. Maadoitus tehdään pääasiassa kahdesta syystä, sähköturvallisuuden ja häiriösuojauksen takia. Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen on tarkoitus rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketus- ja askeljännitteitä. Vikatapaukset voivat olla rakennuksen sisäisiä tai sähköverkosta tulleita. Maadoituksilla pyritään myös estämään järjestelmiä rasittavien jännitteiden siirtyminen järjestelmästä toiseen ja mahdollisten häiriöiden syntyminen normaali- ja vikatilanteessa. Eri tavoitteiden saavuttaminen maadoituksessa saattaa aiheuttaa ajoittain ristiriitaisia vaatimuksia itse maadoitukselle, mutta tällöin sähköturvallisuus on kuitenkin määräävä tekijä. [STUL 2006]

Eräs suuremmissa kiinteistöissä kustannuksia aiheuttava tekijä on loisteho. Osa sähköä kuluttavista laitteista vaatii toimiakseen pätötehon (P) lisäksi myös loistehoa (Q). Käytännössä molemmat niin pätö- kuin loistehokin voidaan ottaa verkosta, mutta kustannusten kannalta on edullisempaa kompensoida tarvittava tai tuotettu loisteho paikallisesti. Loisteho on sähkö- ja magneettikentän luomiseen vaadittu teho. Verkossa siirrettävä teho on näennäistehoa (S) joka koostuu kuvan 3.8 mukaisesti pätö- ja loistehosta. Kulmasta φ saadaan tehokerroin ($\cos\varphi$), joka kertoo pätötehon suhteen näennäistehoon. [Repo 2008]



Kuva 3.8 Sinimuotoiset tehokäyrät voidaan kuvata tehokolmiona. [Repo 2008]

Loistehon paikallinen kompensointi on paitsi kustannustehokas ratkaisu, se myös vapauttaa siirtoverkossa ensisijaisen tärkeää pätötehonsiirtokykyä. Lisäksi kompensoinnin seurauksena jännitteenalenema ja häviöt pienenevät ja näin ollen sähkönlaatu kokonaisuudessaan paranee. Laajemmassa mittakaavassa kompensointi säästää primäärienergiaa tuotantolaitoksissa pienentyneiden häviöiden kautta. Käytännössä kompensointi on paras toteuttaa porrastetusti vaatimuksen mukaan, jolloin vältytään haitalliselta ylikompensoinnilta. Loistehon hinnoitteluperiaate on esitetty kuvassa 3.9. Kapasitiivisella loisteholla tarkoitetaan jakeluverkkoon siirtyvää ja induktiivisella loisteholla jakeluverkosta otettavaa loistehoa.[Repo 2008, Sähkölaitos 2007]



Kuva 3.9 Loistehon hinnoitteluperiaate Tampereen Sähkölaitos 1.1.2010 alkaen. [Sähkölaitos 2007]

Toinen kiinteistön laitteista johtuva ongelma on yliaallot. Osa sähkölaitteista ottaa verkosta virran, joka ei ole sinimuotoista, joka tekee niistä verkon kannalta

yliaaltolähteitä. Muodostuneet yliaallot aiheuttavat laitteistoissa toimintahäiriöitä ja häviöitä. Kiinteistössä loistehoa vaativia ja yliaaltoja tuottavia laitteistoja ovat mm. moottorit, purkauslamput, muuntajat ja tehoelektroniikkaa sisältävät laitteistot. Loistehon kompensointi on edullisinta toteuttaa lähellä loistehoa kuluttavia laitteistoja kondensaattoripariston avulla. Yliaaltojen kompensointiin käytetään kuristimia, kuristimen impedanssi asetetaan niin, että halutut yliaallot saadaan kompensoitua kuristimessa. Yhdessä käytettynä kondensaattoriparisto ja kuristin kompensoivat loistehon sekä estävät yliaaltojen kulkeutumisen verkkoon. Ratkaisuja toteutettaessa on syytä kiinnittää huomiota eri laitteistojen vuorovaikutuksiin.[Areva 2009]

3.5 Sähköjärjestelmien kuntoarvio ja -tutkimus

Olemassa olevien järjestelmien ja rakenteiden nykytilan selvittämiseksi voidaan teettää, joko kuntoarvio tai sitä perusteellisempi kuntotutkimus. Kuntoarvio on aistinvaraisten havaintojen perusteella laadittu pitkän tähtäimen kunnossapidon suunnitelma, joka toimii apuvälineenä investointeja budjetoitaessa. Kuntoarviota tehtäessä pyritään käyttämään ainetta rikkomattomia menetelmiä kuitenkin niin, että rakennusosat tutkitaan mahdollisimman kattavasti. Taloyhtiöissä kuntoarvio on hyvä tapa saada asiantuntijanäkemyks taloyhtiön korjaustarpeesta. Eräiden arvioiden mukaan korjaus- ja vauriokuluihin on mahdollista saada jopa 30 % säästöjä hyvin suoritettulla kuntoarviolla ja sen perusteella laaditun perustarvesuunnitelman (PTS-ohjelman) avulla. [Myyryläinen 2008, STUL 2005]

Kuntotutkimuksen tarkoitus on selvittää rakennuksen rakenneosien ja teknisten järjestelmien nykytilaa sekä sitouttaa sidosryhmiä suunnitelmallisuuteen ylläpidon osalta. Toisin kuin kuntoarviossa, kuntotutkimus kattaa erilaisia näytteenottoja ja laboratoriomittauksia. Näytteiden avulla pystytään selvittämään vaurioiden syyt, laajuudet ja vaikutukset. Korjaussuunnitelmien pohjatietona käytettävien kuntotutkimusten avulla saadaan ajoitettua korjaustoimet oikea-aikaisesti sekä tarkoituksenmukaisesti. Tutkimuksen perusteella luodaan käsitys siitä, kuinka olemassa olevia laitteita ja järjestelmiä voidaan hyödyntää sekä siitä, mitä investointeja on tehtävä toiminnan ylläpitämiseksi.[STUL 2002, STUL 2005]

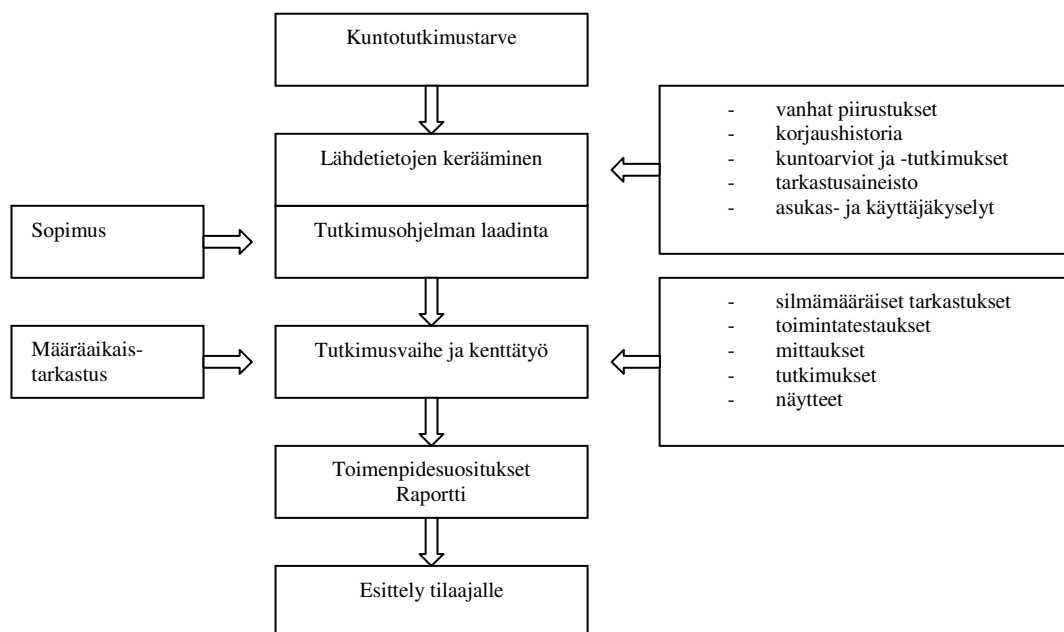
Kuntotutkimisen varsinainen suorittaminen perustuu lähtötietojen hyödyntämiseen, aistinvaraiseen havainnointiin, mittauksiin ja tarvittaessa näytteidenottoon. Lähtötietojen perusteella pyritään arvioimaan olemassa olevan järjestelmän turvallisuutta ja käytettävyyttä. Rakennustyyppistä riippuen on syytä ottaa huomioon lähtötietojen mahdollinen puutteellisuus. Kuntotutkimuksia voidaan tehdä eri osajärjestelmille.[STUL 2002, STUL 2005]

Kiinteistön kuntotutkimuksien osalta voidaan tutkimukset jakaa useisiin eri osaluokkiin, joita ovat: betonijulkisivut, rapatut julkisivut, kosteus- ja homevaurioituneet rakennukset, sisäilmasto, vesi- ja viemärlaitteistot sekä sähköjärjestelmät. Tutkimuksessa kiinnitetään huomiota mm. pintojen lujuuteen, esiintyvään korroosioon, rakenteiden kosteuteen ja tekniseen kuntoon sekä epäpuhtauksiin. Erilaisista

menetelmistä mainittakoon ultraäänimittaukset, merkkisavut ja kosteusmittaukset.[STUL 2002]

3.5.1 Sähköjärjestelmien nykytilan selvittäminen

Kiinteistöön tehtävän kuntotutkimuksen osana voidaan laatia sähköjärjestelmien kuntoa ja korjaustarvetta käsittelevä sähkötekninen kuntotutkimus. Kuntotutkimuksessa selvitetään, kuinka kiinteistön tai rakennuksen sähköjärjestelmät tai sen osat vastaavat nykyisiä turvallisuusmääräyksiä ja toiminnan asettamia vaatimuksia. Kuntotutkimuksen tavoitteena on saada mahdollisimman kattava kuva laitteiston toiminnasta ja kunnosta. Sähkötekninen kuntotutkimus suoritetaan tyypillisesti osana laajempaa kuntokartoitusta. Tutkimuksen eri vaiheita on esitetty kuvassa 3.10.[STUL 2002, STUL 2005]



Kuva 3.10 Sähköteknisen kuntotutkimuksen vaiheet.[STUL 2005]

Kiinteistön sähköteknisen kuntotutkimuksen taustalla ovat usein häiriöt laitteissa, muuttunut käyttötarkoitus tai kiinteistön laajemman kuntotutkimuksen laatiminen. Tutkimus voidaan suorittaa joko koko kiinteistölle tai suppeasti järjestelmäkohtaisesti. Tavoitteena tutkimuksella on kuitenkin aina antaa kuva järjestelmän toimivuudesta ja turvallisuudesta. Kuntotutkimuksen perusteella laitteistojen kunnossapito sekä huolto voidaan ajoittaa oikein. Tarpeettomilta kustannuksilta vältytään kun investoinnit tehdään suunnitellusti PTS-suunnitelman mukaan.[STUL 2005]

Kuntotutkimuksen suorittajalta edellytetään vahvaa ja monipuolista ammattitaitoa ja osaamista sähkötekniikan parista. Kuntotutkijan on syytä tuntea eri aikakausien materiaalit, asennustavat, sähköturvallisuusmääräykset sekä sähkölaitteistojen

kuntotutkimukseen liittyvät riskit ja vaarat. Sähkölaitteistojen kuntotutkijoilla on mahdollisuus osoittaa pätevyys suorittamalla vapaaehtoinen sähkölaitteistojen kuntotutkijan pätevyys. Pätevistä kuntotutkijoista rekisteriä pitää Henkilö- ja Yritysarviointi Seti Oy. [Seti 2009, STUL 2005]

Onnistuneen kuntotutkimuksen takaamiseksi tarvitaan riittävän kattavat lähtötiedot kohteesta. Lähtötietojen kokoamiseen tarvitaan panostusta niin työtilaajalta kuin tutkimuksen suorittajaltakin. Oleellisia tietoja tutkimuksen kannalta ovat esimerkiksi:

- kohteen sijainti ja yhteyshenkilön tiedot
- kohteen piirustusmateriaali ja tarkastuspöytäkirjat
- sähkölaitteistojen käyttöohjeet, vikalistat, huoltokirjat
- energiankulutustiedot ja liittymissopimukset
- kiinteistössä suoritettut ja suunnitellut korjaukset

Lähtötietojen lisäksi on syytä kerätä tietoa käyttäjien havainnoista. Sähkölaitteistojen kannalta oleellisia ovat käyttäjäkohtaiset tiedot palaneista sulakkeista ja lampuista, viat laitteistoissa ja virheet toiminnoissa. Riittävän pohjatiedon kokoamisen jälkeen aloituspalaverissa käydään läpi kerätty materiaali ja mahdolliset puutteet. Kiinteistön eri sidosryhmien osallistuminen palaveriin antaa puitteet kattavalle kokonaiskuvalle. Sähkötekniikan kuntotutkimuksen kannalta aloituspalaveri takaa mahdollisimman häiriöttömän työskentelyn kohteessa ja asettaa yhteiset tavoitteet tutkimukselle.[STUL 2005]

3.5.2 Sähkönjakelu- ja käyttöjärjestelmät

Rakennuksen sähkönjakeluun ja käyttöön liittyviä järjestelmiä sijaitsee niin sisä- kuin ulkotiloissakin. Kuntotutkimuksen aistillisessa havainnoinnissa on syytä ainakin ulkoalueiden osalta ottaa huomioon ilkvallan ja sääolojen merkitys. Kiinteistön sisäisessä sähkönjakelussa kaapeloinnin asennusreittien tarkastelu on oleellinen osa kuntoa arvioidessa. Varsinkin rakennuksissa, joissa muutoksia on jouduttu tekemään usein, on kaapelihyllyjen kuormaan ja kiinnitykseen kiinnitettävä huomiota. Likaantuminen ja läpivientien eristämisen laiminlyöminen kaapeloinnissa aiheuttavat tarpeettoman paloturvallisuusriskin. On myös syytä kiinnittää huomiota kaapeleiden lämpenemiseen sekä yleiseen kuntoon.[STUL 2005]

Pääjakelujärjestelmien osalta kuntotutkimuksessa tarkastetaan keskustien sijainti ja tarkoituksenmukaisuus. Huomiota kiinnitetään keskuksen koteloinnin kuntoon sekä suojalaitteiden, ylivirtasuojien ja komponenttien yhteensopivuuteen, merkintöjen oikeellisuuteen ja toimintaan. Maadoituksen toiminta varmennetaan tarvittaessa esimerkiksi johtavuusmittauksella. Kiinteistön liittymän osalta arvioidaan liittymisjohtojen kunto, tehonsiirtokyky sekä todetaan sijainti ja asennusympäristö. Pääkeskuksien pääsulakkeiden riittävyyden ja suojauksen varmentamiseksi on oikosulkuvirran mittaaminen aiheellista esimerkiksi kiskostosta tai pääkytkimeltä.

Oikosulkuvirran mittaaminen voidaan korvata jakeluverkkoyhtiön ilmoittamalla minimioikosulkuvirran arvolla. Tapauskohteisesti mittauksia voidaan tehdä liittyen keskuksien ja liittymisjohtojen eristysresistansseihin, esiintyviin lämpötiloihin, lähtöjen kuormituksiin ja tehoihin sekä jännitteisiin. Kuormasta riippuen voi olla perusteltua myös suorittaa erillisiä sähkön laatuun liittyviä mittauksia.[STUL 2005]

Laitteistojen sähköistyksen osalta kuntotutkimuksessa tarkastellaan asennusten ja laitteiden kuntoa ja siisteyttä. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää suojalaitteiden, merkkivalojen, kytkimien ja ohjauslaitteiden merkintään sekä vahinkokäynnistyksen estokytkimien ja hätäpysäytyslaitteiden sijaintiin ja merkintään. Mittauksien suorittaminen voidaan katsoa tarpeelliseksi, mikäli niiden katsotaan tuovan lisätietoa järjestelmän kunnosta. Mittauksia voidaan tehdä esimerkiksi eristysresistanssin ja oikosulkuvirtojen selvittämiseksi.[STUL 2005]

Pistorasioiden ja käytössä olevien johto- ja kaapelilajien kunnan selvittäminen on osa sähköliityntäjärjestelmien kuntotutkimusta. Liityntäjärjestelmien osalta on tarpeen tarkistaa esimerkiksi pistorasioiden suojausmenetelmän sijainti sekä silmämääräisesti eheys. Mittauksia voidaan suorittaa tässä yhteydessä tarpeen mukaan joko laite tai ryhmäkohtaisesti.[STUL 2005]

Valaistuksen kannalta tutkimus perustuu käyttömukavuuden tarkasteluun sekä vaadittujen turvalaistusten todentamiseen. Valaistusmieltymysten ollessa suhteellisen yksilöllisiä kuntotutkijan ei ole tarkoitus tehdä valaistussuunnitelmaa vaan kartoittaa nykytilanne. Valaistuksen ollessa yksi suurimmista energiaa kuluttavista järjestelmistä kiinteistössä, voi merkittävien säästöjen mahdollisuus tulla kyseeseen. Yksi turvallisuuden kannalta oleellinen osa on valaisimien mekaanisen kunnan tarkistaminen, sillä vaurioitunut valaisin voi aiheuttaa vaaran ja ylimääräisiä kustannuksia.[STUL 2005, NSS 2004]

Sähkölämmitysjärjestelmät tulee arvioida kokonaisuuksina. Järjestelmän ohjauksen toiminnallisuus sekä laitteiden toimintakunto ja -ikä vaikuttavat merkittävästi energiankulutukseen. Lämmityksen osalta hyvin suunniteltu ajoitus vähentää hukatun energian määrää ja antaa puitteet tariffien käytön sekä optimaalisemman energian oston tuomiin säästöihin. Sähköjärjestelmien kuntotutkimuksen kannalta on tärkeää arvioida tehtävien toimenpiteiden tarpeellisuus silmälläpitäen kohteelle aiheutuvan haitan määrää. Tarkoitus ei ole suorittaa mittauksia, jotka aiheuttavat kohtuuttoman keskeytyksen sähkönjakeluun.[STUL 2005]

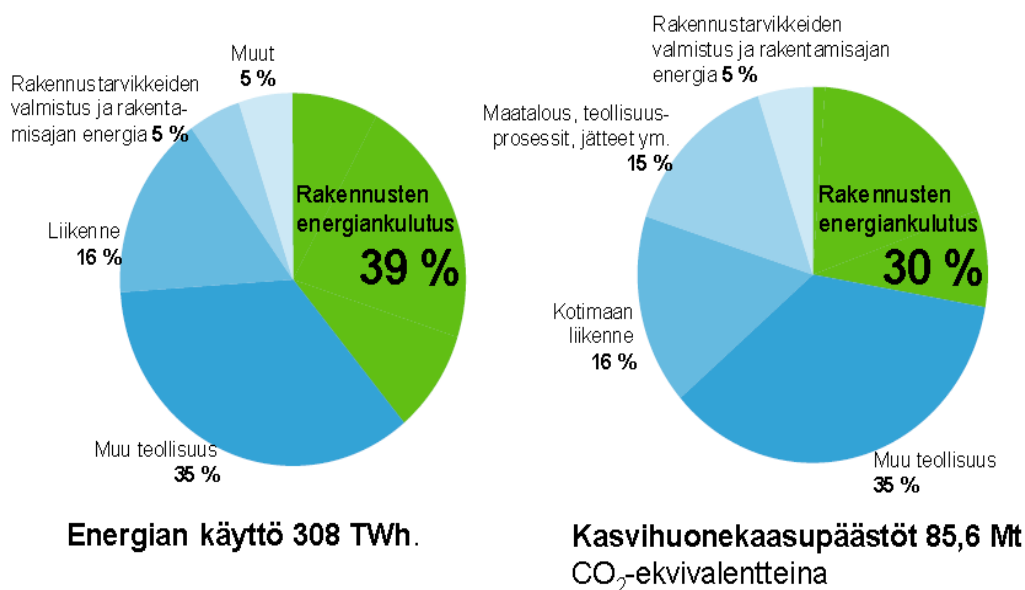
3.5.3 Sähkötekniisten tietojärjestelmien kuntotutkimus

Entistä tehokkaampien tiedonsiirtovaatimusten vuoksi osana sähköjärjestelmien kuntotutkimusta tehdään usein myös kartoitus tiedonsiirtojärjestelmien kunnosta. Tietojärjestelmät tässä yhteydessä kattaa puhelin-, viestintä-, turvallisuus-, tietoverkko- ja automaatiojärjestelmät. Tietojärjestelmien käyttöiän ollessa osin suhteellisen lyhyt, on uusien laitteiden asettamat vaatimukset kaapeloinnille usein syy niiden korvaamiseen uusilla. Jatkuva kaapeleiden lisääntyminen aiheuttaa johtoteissa ja jakamoissa

tilanpuutetta. Sähkötekniisten tietojärjestelmien kuntotutkimus on hyvin samankaltaista kuin sähköjärjestelmienkin, mutta tutkimuksen suorittaminen kuitenkin vaati erityisammattitaitoa tietojärjestelmien osalta.[STUL 2005]

4 KIINTEISTÖN ENERGIANKULUTUS JA ENERGIATEHOKKUUS

Suomen kokonaisenergian kulutuksesta 44 % aiheutuu rakennusten energiankäytöstä. Rakennusten energiankäyttöön luetaan lämmitys, rakennuksessa käytetty sähkö, rakennustarvikkeiden valmistukseen käytetty energia sekä itse rakentaminen. Energiatalouden kannalta oleellista ovat energiakustannukset ja investointien kustannustehokkuus. Kiinteistön ylläpitokustannuksista on energiakustannuksia 40 %. Kiinteistön kulutuksen pienentäminen puuttumatta käyttäjien toimintaan on mahdollista vain investoimalla rakenteisiin ja laitteistoihin. Kustannustehokkuuden kannalta on tarpeen selvittää investointikustannukset ja mahdollisesti saavutettavat energiasäästöt. Energiankäytön tehostamisen lähtökohtana on tieto nykyisestä kulutuksesta sekä taloudellisesti tehokkaista parannuksista ja niiden vaikutuksista. Yhteiskunnan merkitys energiatehokkuudelle on suuri. Keinot, joilla yhteiskunta voi tehokkuuteen vaikuttaa, ovat säädösohjaus, informaatio-ohjaus ja erilaiset taloudelliset kannustimet. Kuvassa 4.1 on esitetty Suomen energian kulutus ja hiilidioksidipäästöt eri sektoreilla [Myyryläinen 2008, TEM 2009, Ympäristö 2009c]



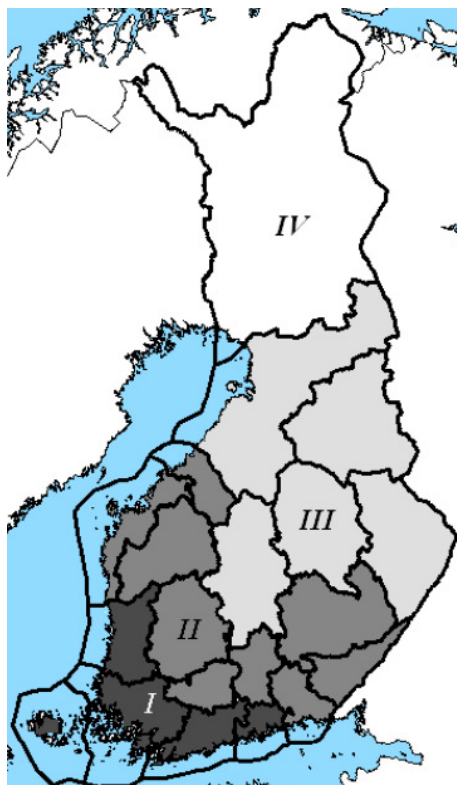
Kuva 4.1 Energiankulutuksen ja kasvihuonepäästöjen jakautuminen sektoreittain Suomessa vuonna 2003.[TEM 2009]

4.1 Rakennuksen energiatehokkuuden määrittelyminen

Energiatehokkuutta ilmaistaan energiatehokkuusluvulla, joka saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. Yksiköksi tehokkuudelle saadaan kWh/brm^2 . Energiatehokkuuden toteamiseen käytetään rakennustyyppille ominaisia referenssiarvoja. Rakennustyyppejä ovat pienet, suuret ja muut rakennukset. Rakennuksen kuluttama kokonaisenergia jaetaan kolmeen eri pääkategoriaan: [Sähkötieto 2008]

- lämmitysenergia
- laitesähkö- tai kiinteistösähköenergia
- jäähdytysenergia, mikäli jäähdytysjärjestelmä on olemassa

Rakennuksen energiankulusta määriteltäessä käytetään Suomen rakennusmääräys kokoelman mukaisia säävyöhykkeen III (Jyväskylä-Luonetjärvi) säätietoja. Jotta energiatehokkuusluku olisi vertailukelpoinen koko Suomessa, käytetään lämmitystarvelukua, jolla todelliseen kulutukseen perustuva energiatehokkuusluku saadaan korjattua säävyöhykkeen III sääoloihin. Normeerattu luku on tällöin vertailukelpoinen valtakunnallisesti. Säävyöhykkeet on esitetty kuvassa 4.2.[Ympäristö 2007a]



Kuva 4.2 Suomen säävyöhykkeet.[Ympäristö 2007a]

Energiatohokkuusluvun (ET-luku) laskennassa käytettävä bruttopinta-ala tarkoittaa koko rakennuksen kerrostasojen pinta-alojen summaa, myös rakennuksen ulkopuoliset erilliset tilat otetaan huomioon, mikäli ne ovat jatkuvasti lämmitettyjä. Uusien rakennusten ET-luku määritellään laskennallisesti, jolloin voidaan hyödyntää asetuksen 487/2007 (laki energiatodistuksesta) mukaisia menetelmiä. Vanhojen rakennusten osalta luku on kuitenkin määriteltävä todellisiin lukuihin perustuen. ET-luku Määritellään seuraavasti:[Sähkötieto 2008]

$$ET = \frac{\sum (Q_{\text{lämmitys, norm}} + W_{\text{kiint. eistösähkö}} + Q_{\text{jäähdytys, tilat}})}{\sum A}, \text{ jossa} \quad (\text{Kaava 4.1})$$

$Q_{\text{lämmitys, norm}}$ kiinteistön lämmitystarvekorjattu lämmitysenergiakulutus (kWh/vuosi)

$W_{\text{kiint. eistösähkö}}$ kiinteistösähkön kulutus (kWh/vuosi)

$Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$ kiinteistön jäähdytysenergian kulutus (kWh/vuosi)

$\sum A$ kiinteistön bruttopinta-ala (brm²)

Olemassa olevan rakennuskannan energiankulutusta voidaan selvittää erilaisin toimenpitein. Näistä yleisimmin käytetty on energiakatselmus. Energiakatselmuksen tarkoitus on analysoida energiankulutusta, selvittää energiansäästöpotentiaalia sekä esittää energiansäästötoimenpiteitä. Energiakatselmuksen yhteydessä selvitetään myös mahdollisuudet uusiutuvan energiankäyttöön sekä säästötoimenpiteiden vaikutusta hiilidioksidipäästöihin. Vuonna 2007 energiansäästösopimusten vuosiraporttien perusteella tehdyn selvityksen mukaan energiakatselmuksissa havaitusta säästöpotentiaalista on saatu realisoitua palvelusektorilla 70 % ja pk-teollisuudessa 50–60%. Energiakatselmuksen yhteydessä on mahdollista laatia energiatodistus. Laadittu energiatodistus on tällöin voimassa 10 vuotta, joten katselmusta laadittaessa on tarpeen ottaa huomioon myös suunnitellut muutokset. Energiakatselmusten teettämiseen on saatavissa tukea. Palvelu-, teollisuus-, ja energia-alalle tukea myöntää työ- ja elinkeinoministeriö. Asuinrakennusten energiakatselmuksia tukee ympäristöministeriö. Energiakatselmusta suppeampi vaihtoehto on energiakatsastus, jossa pääpaino on säästömahdollisuuksien raportoinnissa. Energiakatselmuksia jaetaan kolmeen luokkaan suurimpien kohteiden osalta:[Motiva 2009, Myyräläinen 2008]

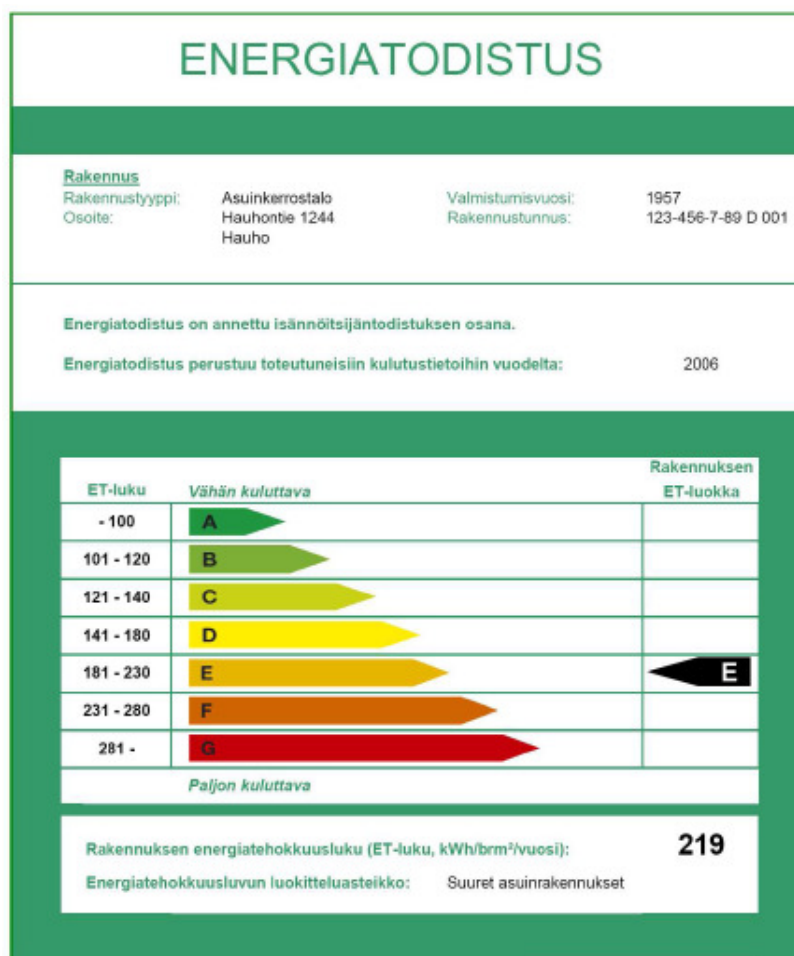
- kiinteistökatselmuksia, joissa palvelusektorin rakennuksille kartoitetaan LVIS-järjestelmien ja rakenteiden energiansäästömahdollisuudet
- teollisuuden energiakatselmuksia, nk. suppeat teollisuuden energiakatselmuksia, joissa kiinteistökatselmuksen laajuuden lisäksi kaikki tuotantoa ja prosesseja koskevien käyttöhyödykkeiden energiansäästömahdollisuuden kartoitetaan
- teollisuuden energia-analyysit, nk. laajat energiakatselmuksia, joissa teollisuuden energiakatselmuksen lisäksi selvitetään kaikki tuotannon ja prosessien energiansäästömahdollisuudet

4.2 Energiatodistus

Rakennuksien energiatehokkuuden selventämiseksi käyttöön on otettu energiatodistukset. Energiatodistuksen tarkoitus on välittää kuluttajille vertailukelpoista tietoa kiinteistön energiankulutuksesta siinä käytössä, johon se on tarkoitettu. Direktiivin (2002/91/EY) pohjalta asetettu laki rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) sekä ympäristöministeriön asetus (765/2007) asettavat puitteet energiatodistukselle Suomessa. Rakennusten energiatodistus on ollut pakollinen uusille rakennuksille vuodesta 2008 ja vanhoille olemassa oleville rakennuksille vuodesta 2009 tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta. Uusien rakennusten todistukset laaditaan laskennallisesti rakennuslupaa haettaessa. Vanhojen rakennusten todistus laaditaan todelliseen kulutukseen pohjautuen. Voimassa oleva energiatodistus on asetettava esille tilanteessa, jossa rakennusta tai sen osaa ollaan joko myymässä tai vuokraamassa. Energiatodistus voidaan tehdä myös energiakatselmuksen yhteydessä tai osaksi isännöitsijätodistusta. Uuteen rakennukseen laadittu energiatodistus on voimassa neljä vuotta ja vanhojen rakennusten yksi tai 10 vuotta, riippuen siitä onko laatija isännöitsijä vai alan ammattilainen. Pitkällä aikavälillä todistusten on tarkoitus ohjata tulevaisuuden rakentamista ja käyttöä energiatehokkaampaan suuntaan. [Myyryläinen 2008, Sähkötieto 2008, Ympäristö 2007b]

Todistuksen päälomakkeessa määritellään nuolikuvioidin rakennuksen energialuokka asteikolla A–G, G:n ollessa heikoin. Tilanteessa, jossa energiatehokkuutta ei voida määrittää, tulee luokaksi automaattisesti ”G”. Kuvassa 4.3 on energiatodistuksen etusivun malli. Energiatehokkuus määritellään rakennustyypeittäin seuraavalla asteikolla: [Myyryläinen 2008, Ympäristö 2007b]

- Pienet asuinrakennukset (enintään 6 asunnon rakennukset tai rakennusryhmät)
- Suuret asuinrakennukset
- Toimistorakennukset
- Liikerakennukset
- Opetusrakennukset
- Päiväkodit
- Terveystoimintarakennukset
- Kokoonntumistilat
- Uimahallit
- Muut



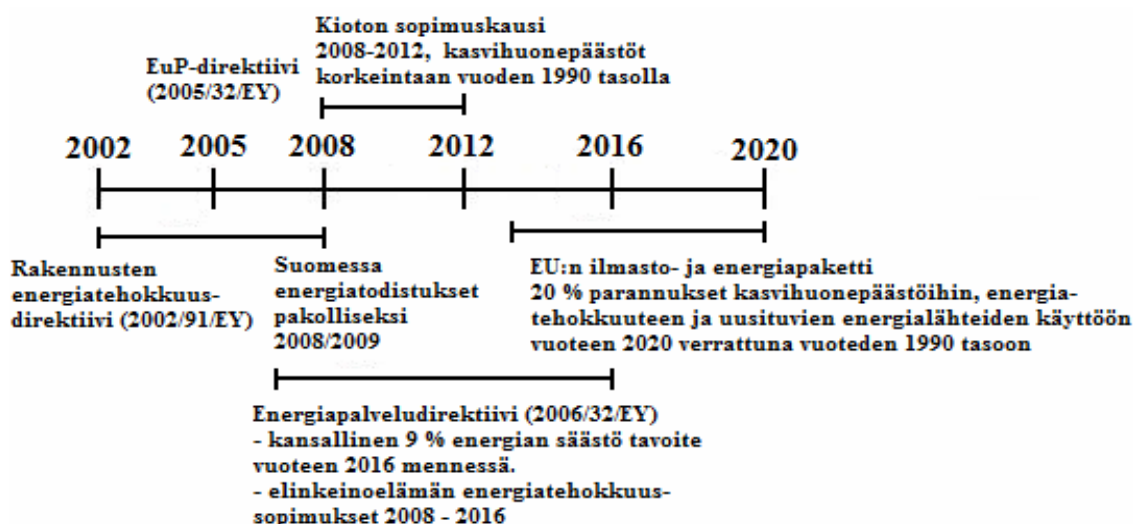
Kuva 4.3 Energiatodistuksen etusivu.[Ympäristö 2007b]

4.3 Rakennuksen energiankäyttö ja sitä ohjaavat tekijät

Rakennuksen energiakulutus jakautuu laitteistosähkön, kiinteistösähkön, valaistuksen, ilmanvaihdon, lämmityksen sekä lämpimän käyttöveden valmistuksen kesken. Pienissä asuinrakennuksissa laitesähkään sisällytetään valaistuksen, ilmanvaihdon sekä muiden laitteistojen sähkönkulutus. Muissa kuin pienissä asuinrakennuksissa lasketaan tai mitataan kiinteistösähkö. Laskelmia tehdessä otetaan huomioon tapauskohtaiset häviöt, käyttöpaikka ja laitteistojen ominaissähkötehot.[Sähkötieto 2008]

Ilmastonmuutoksen ja kustannusten nousun seurauksena energiatehokkuuden merkitys kiinteistöissä on kasvanut. Energiankulutuksen arvioidaan aiheuttavan 80 % ympäristökuormituksista. Suoraan rakennuskannasta johtuvaksi luetaan 30 % kasvihuonekaasupäästöistä. Kansainvälisten ja kansallisten ympäristösopimusten tavoitteena on vähentää ympäristöä kuorimittavia päästöjä ja rakennusten energiasäästöpotentiaalin katsotaan olevan varteen otettava. Nykyisten rakennusmääräysten taustalla on Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikan sitoumukset päästöjen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi. Euroopan komission asettaman energiapalveludirektiivin tarkoituksena on saada yhteiskunta

kannustamaan yksityisiä tahoja panostamaan energiatehokkuuteen. Vuonna 2006 voimaan tullut direktiivi painottaa kansallisella tasolla päästöjen vähentämistä ja asettaa julkisen sektorin energiansäästön esimerkkiasemaan. Tulevaisuudessa energiatehokkuuden merkitystä pyritään korostamaan erilaisin kannustimin. Kuvassa 4.4 on esitetty laajempien energiatehokkuuteen vaikuttaneiden päätösten kulku.[Myyryläinen 2008, TEM 2008, Ympäristö 2008]



Kuva 4.4 Lainsäädäntö ja sopimukset 2000-luvulla.[TEM 2008, Ympäristö 2009a]

Rakennusten suuren energiankulutuksen vähentämiseksi suunniteltujen direktiivien lisäksi Euroopan komissiossa on vireillä useita tarkentavia ehdotuksia. Komission on tarkoitus vahvistaa vuoden 2010 loppuun mennessä vähimmäisvaatimukset kustannusoptimaaliseen energiatehokkuuden parantamiseen. Kansallisella tasolla tämä merkitsee sitä, että jäsenvaltiot komission antamien puitteiden mukaan laativat omat vertailukelpoiset kustannusoptimaaliset tasot ja energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset. On myös ehdotettu, että vuoden 2014 kesäkuun jälkeen jäsenmaat eivät saisi tukea sellaisia rakennus- tai korjaustoimia, jotka ei täytä edellä mainittuja kustannustehokkaita vähimmäisvaatimuksia. Vuoden 2017 kesäkuun jälkeen vaatimusten rakennus- ja korjaustoimille tulisi olla kaikilla jäsenmailla kustannusoptimaalisella alueella. Tehokkuusvaatimusten takana on ilmastomuutoksen ehkäiseminen. Jäsenvaltioiden on laadittava suunnitelma ja asetettava tavoitteet vuotta 2020 koskien siitä, kuinka edistetään energiatehokkuudeltaan hyvien rakennusten määrää. Vähimmäisvaatimukset eivät kuitenkaan koskisi suojeltuja ja historiallisia rakennuksia, uskonnollisia rakennuksia, enintään neljä kuukautta vuodesta käytössä olevia rakennuksia eivätkä pieniä, alle 50 neliömetrin asuntoja. Lisäksi tavoitteena on kasvattaa laaduntarkkailun roolia energiatodistusten ja tarkastusten osalta sekä aloittaa erilaisten rangaistussäännösten käyttö. [Valtioneuvosto 2009]

Kiinteistöjen energiankulutuksen osalta on merkittävää huomioida rakennusten normien kiristyminen sekä uuden ja vanhan rakennuskannan ero. Uusien rakennusten energiatehokkuutta ohjataan rakennusmääräyksillä, mutta olemassa olevan

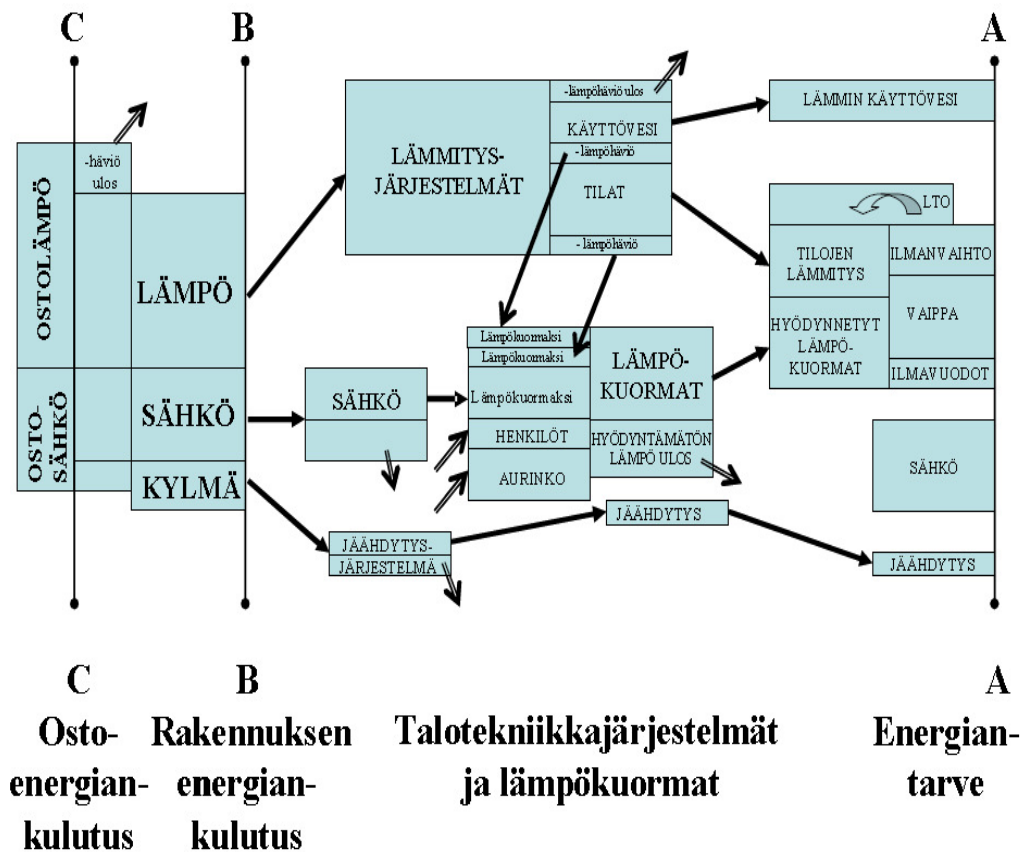
rakennuskannan osalta mitään rajoja ei vielä ole olemassa. Asuntokannan kasvettua vuodesta 1970 vuoteen 2007 miljoonalla asunnolla, on asuntokohtainen lämmitysenergiantarve pienentynyt 60 %. Suurin vaikutus tähän on ollut vaatimusten kiristymisellä ja sen myötä tekniikan edistymisellä. Voidaan siis olettaa myös tulevaisuudessa määräysten vaikuttavan oleellisesti kiinteistöjen energiankulutukseen.[Junnila 2009, Lahtinen 2009, Valtioneuvosto 2009]

4.4 Energiankulutus kiinteistön eri osa-järjestelmissä

Kiinteistössä kulutettava energia on osaltaan riippuvainen paitsi välttämättömien järjestelmien kulutuksesta, myös suurelta osin tottumuksista. Rakennuksen energiankulutus voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri pääkategoriaan: lämmitysenergia, laitesähkö- tai kiinteistösähköenergia sekä jäähdytysenergia, mikäli jäähdytysjärjestelmä on olemassa. Lämmitys on näistä eniten energiaa kuluttava osa-alue.[Sähkötieto 2008, Ympäristö2007a]

Lämmitysmuodolla voidaan vaikuttaa rakennuksen kokonaisenergiakustannuksiin sekä päästöihin, mutta lämmönkulutukseen vaikuttaminen tapahtuu usein rakenteellisten muutoksien kautta. Rakenteiden ominaisuuksista ja rakennuksen eristyksestä riippuen aiheutuu lämpöhäviöitä. Rakenteiden lämmönläpäisykerroin eli u-arvo [$\text{W/m}^2\text{K}$] kuvaa rakenteen lämmöneristyskykyä. U-arvo ilmaisee, kuinka monta wattia menee 1 m^2 rakenteen läpi lämpötilaeron pintojen välillä ollessa 1 °C. Lämmityksen merkityksen ollessa suuri energiakustannusten osalta, on hukkalämmön ehkäiseminen yksi parhaista energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä. Lämpöhäviöistä johtuva energiahukka joudutaan korvaamaan lämmityksessä ja näin ollen energiankulutus kasvaa. Parantamalla eristystä mahdollistetaan säästöt sisäilman lämmitykseen kuluvaan energiassa. Hyvällä eristyksellä ei kuitenkaan pyritä siihen, että ilma ei vaihdu ollenkaan. [Harju 2005, Sähkötieto 2008]

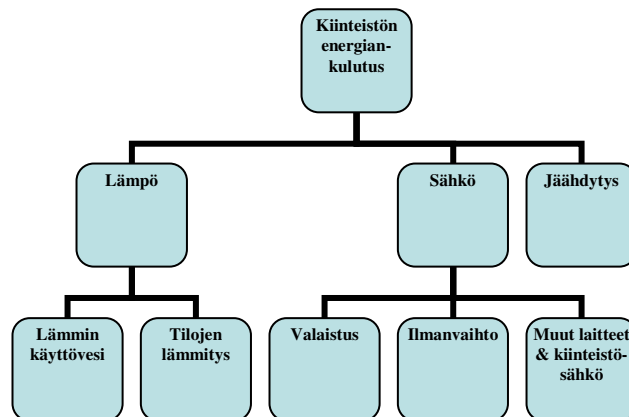
Lämpöhäviöiden ehkäisemiseksi tehdyt investoinnit näkyvät vähentyneinä lämmityskustannuksina. Energiatehokkuutta parannettaessa tulee ottaa huomioon myös pienempien erillisten parannusten vaikutus kokonaisuuteen, sillä mittavien investointien takaisinmaksuaika on keskimäärin 10–20 vuotta. Investoinneista suosituimpia ovat ne, joilla takaisinmaksuaika on lyhyt, esimerkiksi ikkunoilla sen katsotaan olevan 5–10 vuotta. Eristyksen kannalta rakennuksen vaipan muiden osien takaisinmaksuajat ovat 10–30 vuotta. Investointina vaipan eristyksen parantamista voidaan pitää kuitenkin kannattavana, koska rakenteiden kestoikä on huomattavasti pidempi mitä takaisinmaksuaika. Kuvassa 4.5 on kuvattu rakennuksen energiatase ja eri energiankulutuksen jakaantuminen. Kuvassa olevat nuolet kuvaavat energiavirtoja niin, että yksinkertaiset nuolet kuvaavat taseen sisäisiä ja kaksinkertaiset taseeseen tulevia ja siitä poistuvia virtoja. [Sähkötieto 2008, Ympäristö 2007a]



Kuva 4.5 Rakennuksen energiakulutuksen muodostuminen. [Ympäristö 2007a]

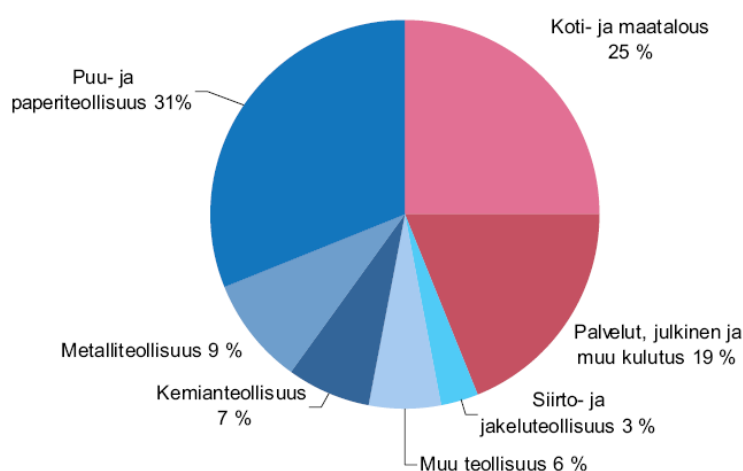
4.5 Sähköenergiankulutuksen kohdistaminen

Perustana energianhallinnalle voidaan pitää kiinteistön laitteiden ja laitejärjestelmien hyvää kuntoa sekä riittävää mittausinformaatiota. Hyvin kohdistettu mittaus eri osajärjestelmistä mahdollistaa energiankulutuksen kohdistamisen. Energiansäästö prosessina vaatii reaaliaikaista tietoa kulutuksesta. Yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten energian- ja sähkönkulutus voidaan jakaa kuvan 4.6 osoittamiin osaluokkiin. [Aho 1999, Sähkötieto 2008, Ympäristö 2007a]



Kuva 4.6 Energiankulutuksen jakautuminen kiinteistössä.

Energian säästäminen ja näin ollen energiatehokkuuden mahdollinen parantaminen eri osissa ei ole kuitenkaan välttämättä kustannustehokasta. Eri energian kulutusryhmien jako vaihtelee riippuen rakennustyyppistä ja käyttäjien määrästä. Vuonna 2003 Suomessa yli puolet rakennuskannan käyttämästä energiasta meni asuin- ja palvelurakennusten lämmitykseen, noin neljännes asuin- ja palvelurakennusten huoneisto- ja kiinteistösähköön ja loput tuotantorakennusten lämmitykseen sekä kiinteistösähköön. Järjestelmäkohtainen energiankulutus koostuu pääasiassa sähköstä, joten on tarpeen tiedostaa miten sähkönkulutus kiinteistössä jakaantuu. Sähkönkulutuksen jakautumista sektoreittain on esitetty kuvassa 4.7.[Sähkötieto 2008, Ympäristö 2007 a]



Kuva 4.7 Sähkökulutus sektoreittain Suomessa 2007.[TEM 2009]

4.5.1 Laitesähkö

Laitteistosähkön määrittäminen on rakennustyyppistä riippuvainen. Mikäli sähkönkulutus pystytään yksilöimään tarkasti, kattaa laitteistosähkö vain perinteisten pistorasiaan liitettävien laitteiden kulutuksen. Esimerkiksi pienissä asunnoissa tarkka sähkönkulutuksen erittely ei ole tarpeellista ja tällöin laitteistosähkö kattaa lähes kaiken kulutetun sähkön huoneistossa. Kokonaisuuden kannalta on oleellista, että kaikki kulutettu sähkö tulee mukaan kokonaisuuden tarkasteluun mahdollisimman hyvin eriteltynä. Laitteistosähkön osalta energiansäästö on pitkälti riippuvainen laitevalinnoista ja käyttötottumuksista. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää astianpesukonetta. Käsien tiskaamisen sijaan käytetty energiatehokas astianpesukone käyttää toki sähköä, mutta veden kulutus voi olla parhaimmillaan vain kymmenesosan perinteiseen astianpesuun vaadittavasta vedestä. Erilaisten hankkeiden ja direktiivien kautta varsinkin kodintekniikan energiataloutta ja energialuokkia on saatu parannettua sekä niiden merkitystä lisättyä. [Korhonen 2002, Lahtinen 2009, Sähkötieto 2008]

4.5.2 Kiinteistösähkö

Kiinteistösähkö terminä vastaa kiinteistön ominaiskulutusta. Osaltaan kiinteistösähköön kuuluu muiden käsiteltävien kokonaisuuksien energia, mutta kiinteistönhallinnan kannalta se on kuitenkin oma kokonaisuutensa. Kiinteistösähköön luetaan mm. talotekniikan pumppujen, puhaltimien, automatiikkalaitteiden, hissien sekä vuokratilojen ulkopuolisen valaistuksen kuluttama sähkö. Rakennuksen käyttökohteesta riippuen osa-alueeseen luettavat järjestelmät saattavat vaihdella. Säästöpotentiaalia kiinteistösähkön osalta löytyy paljon ja se on realisoitavissa usein hyvinkin helpoilla puhdistus- ja huoltotoimenpiteillä. Säästö tällä saralla vaatii kuitenkin eri sidosryhmien sitoutumista tavoitteeseen, sillä kyse on kuitenkin nk. yhteisestä sähköstä. Niin kiinteistönkäyttäjien, huoltohenkilökunnan kuin omistajankin tulee yhteisesti panostaa ja asennoitua energiatehokkuuteen, mikäli säästöjä halutaan. [Korhonen 2002, Ympäristö 2007a]

4.5.3 Valaistus

Valaistusjärjestelmät kiinteistöissä voivat olla hyvin monimuotoisia johtuen käyttötarkoituksesta. Tilojen valaistuksella on suuri vaikutus ihmisen suorituskykyyn, sillä hyvä valaistus parantaa työtehokkuutta ja ehkäisee vaaratilanteita. Valaistuksen ja sen varajärjestelmien olemassa olosta on säädetty työsuojelulaissa, jolloin riittävän valaistuksen olemassa olo on pakollista. Valaistuksen ollessa yksi kiinteistön eniten energiaa kuluttavista osa-alueista, on säästömahdollisuuksien huomioiminen tarpeen energiatehokkuutta parannettaessa. Kotitalouksien osalta valaistuksen kuluttamaksi energiaksi on arvioitu 22 % kotitaloussähköstä. Kaikesta Suomessa kulutettavasta sähköenergiasta valaistuksen osuuden arvioidaan olevan luokkaa 15 %. [Nousiainen 2000, Seti 2009, Sähköurakoitsijaliitto 1996]

Valaistus on paitsi yksi suurimmista yksittäisistä energian kuluttajista kiinteistössä, myös yksi potentiaalisista säästökohteista. Nykytekniikalla samojen valaistustehojen tuottaminen on mahdollista pienemmällä energialla. Valaisintyyppistä riippuen energiaa kuluttavat paitsi lamput myös valaisimen muut osat, mm. virranrajoitin. Jatkuvasti tiukkenevien direktiivien avulla virranrajoittimen häviötehoa on saatu laskettua. Energiankulutus on valaistuksen osalta helppo laskea käyttötuntien perusteella, mutta valaistusta muutettaessa on otettava huomioon vanhojen lappujen lämpöenergian tuoton loppuminen. Markkinoilta poistumassa olevien hehkulamppujen käyttämästä sähköstä vain 5 % muuttuu valoksi, loppu menee hukaksi ja lämmöksi. Uudet energiasäästölamput tuottavat enemmän valoa kuin hehkulamput, energiankulutuksen ollessa kuitenkin vain 25 % hehkulamppujen energiasta. Valaistuksen energiatehokkaaseen käyttöön lukeutuu laitevalintojen lisäksi käytön ohjaus sekä johdonmukainen valaisinasettelu. Kustannuksia mietittäessä lampunvalinnassa tulee ottaa huomioon valaisimen elinkaari. Esimerkiksi teollisuuden osalta valaistuskustannukset jakaantuvat niin, että lamppukustannukset ovat 20 % ja

energiakustannukset 80 % kokonaiskäyttökustannuksista. Tällöin on perusteltua valita yksikkö hinnaltaan kalliimpia lamppuja, kuten suupainenatrium-lamppuja, koska energiankulutus on tällöin perinteistä loisteputkivalaisinta pienempi. [Korhonen 2002, Motiva 2009, Nousiainen 2002, Ympäristö 2007b]

4.5.4 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkoituksena on oikean lämpötilan saavuttamisen lisäksi pitää sisäilma puhtaana ja poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet. Huoneen ilman poiketessa ihanearvoista aiheutuu epäviihtyisyyttä ja poikkeaman ollessa riittävän suuri voi aiheutua terveydelle haittaa. Terveystieteidenlaki ja -asetukset määrittelevät esimerkiksi asuinhuoneistolle vähimmäislämmöksi 18 °C päivällä ja yöllä 16 °C. Asuinhuoneistojen lämpötilan ei tulisi kuitenkaan kohota yli 24 °C asteen. Optimaalisena, operatiivisena sisälämpötilana pidetään 21,5 °C, mutta yksilöllisiä eroja löytyy. Huonetilan lämpötilalla on suuri merkitys energiankulutukseen. Yhden asteen nousu sisäilman normaalilämpötilasta voi merkitä 4–5 % lisäystä kiinteistön energiankulutukseen. [Harju 2005, Seppänen 2004, Sisäilmayhdistys 2009]

Ilmanvaihto perustuu paine-eroihin. Ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään. Paine-ero saadaan aikaan joko koneellisesti tai painovoiman avulla. Koneellisessa ilmanvaihdossa paine-ero luodaan puhaltimilla ja painovoimaan perustuva ilmanvaihto mahdollistuu tuulen ja lämpötilaerojen avulla. Mikäli tuloilmaa kostutetaan tai jäähdytetään, puhutaan ilmastoinnista. Koneellisen ilmanvaihdon etuna on tuloilman suodatuksen mahdollisuus sekä lämmöntalteenotto poistoilmasta. Ilmanvaihtotavan valinta on tapauskohtaista ja erilaisien yhdistelmien avulla onkin mahdollista optimoida kunkin kohteen ilmanvaihto. [Harju 2005, Sisäilmayhdistys 2009]

Ilmanvaihtojärjestelmään vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. sisäilmasto, muuntojousto, toimintavarmuus sekä kustannukset. Lähtökohtana kaikelle suunnittelulle ilmastoinnin kannalta ovat kuitenkin tavoitteet, jotka määrittävät tilojen käyttöjen luonteet. Mikäli tilojen käytön uskotaan muuntuvan elinkaaren aikana, on muuntojouston merkitys suuri. Aiemmin esiteltyjen rakennusosien käyttöikien perustella nähdään, että järjestelmän pitkäikäisin osa on kanavisto. Kanaviston suunnitteluvaiheessa on pystyttävä määrittelemään mahdollisimman tarkasti rakennuksen käyttötarkoitus. [Seppänen 2004]

Kanavan koon merkitys energia- ja sähkötekniikan suoritusarvoihin on suuri. Lähtökohtana on, että tietyn kokoinen päätelaite aiheuttaa tietyn kokoiseen kanavaan ominaisen ilmavirran. Rakennuksien ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa mitoitetaan laitteistot ja kanavistot käytön asettamien vaatimusten mukaisiksi. Kanavat pyritään suunnittelemaan niin, että kanavassa tapahtuva kitkasta aiheutuva painehäviö jakautuu mahdollisimman symmetrisesti koko kanavaan. Tämä parantaa ilmavirtauksen symmetrisyyttä. Symmetrisellä ilmavirtauksella säädön tarve ja kitkapainehäviöt pienenevät. Tämä taas osaltaan vähentää päätelaitteiden energiankulutusta ja näin ollen parantaa järjestelmän energiatehokkuutta. [Seppänen 2004]

Energiankulutuksen osalta voidaan ilmanvaihtoprosessi jakaa ilmanvaihtoilman lämmittämiseen, rakennuksen vuotoilman lämmittämiseen, ilmaa siirtävien puhaltimien sähkönkulutukseen sekä ilmastointikoneen energiankulutukseen. Ilmastoinnin osalta kulutus jakautuu edelleen jäähdytyksen, kostutuksen sekä esi- ja jälkilämmityksen kesken. Suuri merkitys ilmanvaihdon energiankulutukseen on käyttöajalla, sillä tarpeettoman käytön karsiminen luo säästöjä.[Seppänen 2004, Sähkötieto 2008]

Ilmanvaihdon merkitys lämmityksessä on suuri paitsi suoraan tuloilman lämmittämisen osalta myös poistoilman lämmöntalteenoton osalta. Lämmöntalteenotto osana ilmanvaihtojärjestelmää pienentää rakennuksen lämpöhäviötä. Vuonna 2006 voimaan tulleen energiatehokkuusdirektiivin mukaan ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokkuutta tulee tarkastella osana rakennuksen kokonaisenergian kulutusta.[Seppänen 2004]

4.5.5 Lämmitys ja lämmin käyttövesi

Kiinteistöjen lämmitykseen kuluva energia on noin viidesosa koko Suomessa kulutettavasta primäärienergiasta. Kustannuksiltaan korkeimpana lämmitysmuotona pidetään suoraa sähkölämmitystä. Sähkön hinnasta riippumatta sähkölämmitys on vaihtoehtona varsin yksinkertainen ja sen hankintakustannukset ovat alhaiset muihin muotoihin verrattuna. Energian hinnan todennäköisestä noususta, johtuen on rakennuskannan lämmityskustannusten hallinta pitkälti energiatehokkuuden parantamisesta johtuvaa.[Harju 2005]

Vaikka lämmitysjärjestelmä ei olisikaan suorasähkö vaan jokin muu, kuluu sähköä silti esimerkiksi pumpuissa. Perinteisessä vesikeskuslämmitysjärjestelmässä vesi lämmitetään kattilassa ja kierrätetään pumpulla putkia pitkin pattereille. Pattereissa vesi edelleen luovuttaa lämpöä sisäilmaan ja palaa jäähtyneenä takaisin kattilaan lämmitettäväksi. Käytännössä veden lämmittämiseen käytettävä energia voi olla missä muodossa tahansa, esimerkiksi kaukolämpönä. Kaukolämmitystä voidaan pitää mittavana energian- ja ympäristönsäästönä. Parhaassa tapauksessa yhteistuotantolaitos, joka tuottaa sekä sähköä että lämpöä yltää 80–90 % hyötysuhteeseen polttoaineen hyödyntämisessä. Kaukolämmössä lämmönjakelu on toteutettu mittavan meno- ja paluuputkiston avulla. Putkistojen sisällä kulkeva vesi ei kuitenkaan kierrä talojen käyttövetenä, vaan kuten edellä mainittiin, toimii lämmönlähteenä rakennuksen kiertovedelle.[Harju 2005]

Vanhojen rakennusten energiatehokkuutta voidaan parantaa myös muuten kuin käytettävän energianlähteen osalta. Kuten jo aiemmin mainittiin, sisäilman lämmityksellä on suuri merkitys, mutta niin on myös järjestelmällä itsellään. Pumppujen kuluttamaan energiaan voidaan vaikuttaa paitsi pumpun valinnalla myös järjestelmän muilla osilla. Putkistojen virtaus huononee putkien ikääntyessä ja säätimien tukkeutuessa, jolloin pumppujen energiankulutus välillisesti kasvaa, pumppauksen tarpeen kasvaessa. Määräaikaisen säädön ja ylläpidon merkitys on lämmityskustannuksien osalta suuri.[Harju 2005]

5 KIINTEISTÖ OY MENOTIE 1

Teollisuuskiinteistöjen osalta muutoksia kiinteistöjen käyttötarkoituksiin aiheuttavat muuttunut maailmantalouden tilanne sekä tuotantorakenteen muutokset. Suomen teollisuuden painottuessa yhä enemmän pitkälle kehitettyjen tuotteiden valmistamiseen, on raskaasti varusteltujen tehdaskiinteistöjen tarve vähentynyt. Muutostilanteessa olevan kiinteistön tarvetta ja toiminnallista potentiaalia on syytä kartoittaa. Mikäli tarve löytyy, on kiinteistön käytön kannalta oleellista saattaa nykyinen kiinteistötekniikka vastaamaan tarpeita, joita tulevaisuudessa kiinteistölle asetetaan.

Energiatehokkuuden kannalta vanhoissa teollisuuskiinteistöissä ongelmia saattaa aiheuttaa niin ylisuuret järjestelmät kuin rakenteelliset ratkaisutkin. Energiansäästöpotentiaalia tulee näissä kiinteistöissä tarkastella tapauskohtaisesti. Investointien kautta voidaan saavuttaa energiakulutuksen osalta säästöjä, joiden ansiosta investointi on pitkällä aikavälillä kustannustehokas vaihtoehto. Energiatehokkuuden painottuessa kustannustehokkaisiin ratkaisuihin voidaan siis todeta, että yksittäisten ratkaisuiden sijaan, tarkastelu usein johtaa kokonaisvaltaisiin muutoksiin, jolloin investointien suunnittelun merkitys kasvaa.

5.1 Taustaa

Tämä diplomityö toteutettiin yhteistyössä Keskinäisen työeläkevakuutusyhtiö Varman sekä Ovenia Oy:n kanssa. Kiinteistö, johon tarkastelut sijoittuvat, on rakennettu vuonna 1989 yhden asiakkaan tarpeisiin. Alkuperäisen asiakkaan tarpeet painoutuivat teolliseen toimintaan, joka näin ollen asetti kiinteistölle omat vaatimuksensa. Tänä päivänä tilanne kiinteistön osalta on toisenlainen.

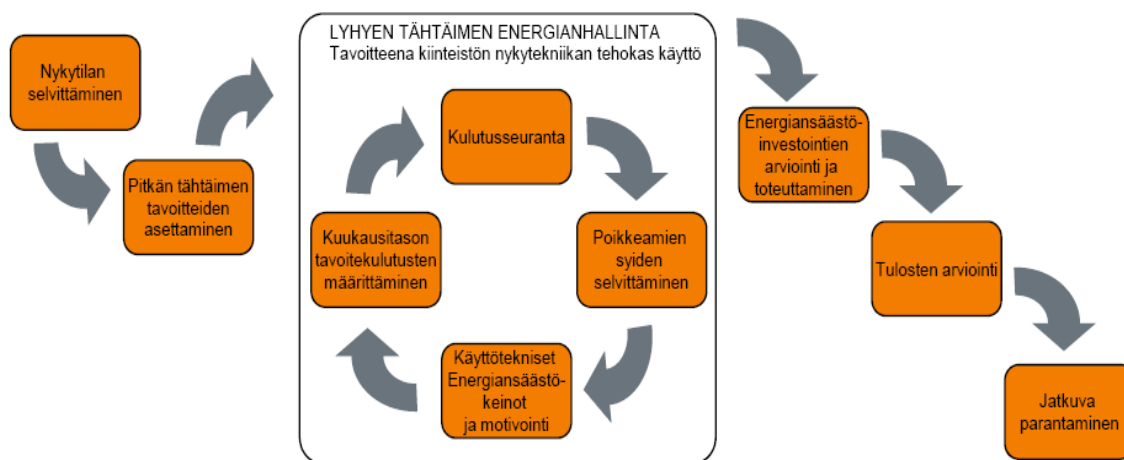
Kiinteistö on jaettu uudistuksien jälkeen eri vuokralaisten kesken. Nykyisten vuokralaisten käyttötarkoitus kiinteistölle vaihtelee. Osa tiloista on toimistokäytössä ja osa kokoonpano-, tuotekehitys- tai varastointikäytössä. Muutokset kiinteistön käyttötarkoitukseen ja toimintaan antaa perusteet tarkastelulle. Tarkastelua kaipaavista osa-alueista mainittakoon esimerkiksi järjestelmien toiminta ja energiakustannusten kohdistaminen.

5.2 Kohteen esittely ja tavoitteet

Kiinteistö Oy Menotie 1 on perustettu vuonna 1989, silloisen käyttäjän Perlos Oy:n tarpeisiin. Myöhemmässä vaiheessa kiinteistöä on laajennettu ja nyt kiinteistön pinta-ala

on 9993 m² ja tilavuus 74350 m³. Diplomityötä aloitettaessa toukokuussa 2009, kiinteistössä oli 9 vuokralaista, joiden lisäksi kiinteistössä oli myös tyhjiä toimitiloja.

Aloituspalaverissa keväällä 2009 käytiin läpi kiinteistön omistajan intressit ja sovittiin alustavasta aikataulusta. Palaverissa sovittiin, että ensisijainen tehtävä olisi selvittää energiankulutukseen perustuvaan laskutukseen siirtymisen mahdollisuutta. Lisäksi omistajan edustaja halusi kartoittaa kiinteistön mahdollisen energiansäästöpotentiaalin. Lähtökohtana kiinteistön suurelle sähkönkulutukselle pidettiin ilmanvaihdon ja valaistuksen suurta osuutta. Kokonaisenergianhallinnan kannalta työn merkitystä prosessina voidaan kuvata pitkän ja lyhyen aikavälin toimenpiteillä, kuva 5.1.



Kuva 5.1 Energianhallinta prosessina. [Ovenia 2009]

Diplomityön merkitys esimerkkikohteen energianhallinnan kannalta on prosessin aloittaminen. Kiinteistön energiatehokkuuden osalta työssä käsitellään pääosin sähköenergiatehokkuutta, mutta tulosten kannalta pyritään kokonaisvaltaiseen näkemykseen. Tehokkuuden parantamisen kannalta on keskeistä selvittää kulutuksen jakautumien. Suurimaksi ongelmaksi todettiin jo alkuvaiheessa puutteellinen kulutuksenseuranta. Kulutuksen kohdistaminen eri järjestelmien kesken on ensisijaisen tärkeää parannuskohteita mietittäessä. Toinen hyvin keskeinen ongelma kiinteistön kannalta oli sähkön kokonaiskustannukset. Sähköjärjestelmien yleiskunto ja mitoitus päätettiin selvittää yhteistyössä kiinteistön vuokralaisten kanssa. Tarkoituksena oli mahdollistaa energiankulutuksen kohdistaminen, selvittää kiinteistön sähköjärjestelmien toiminnallisuus ja mitoitus sekä kartoittaa kiinteistön säästöpotentiaalia.

5.3 Tehdyt tarkastelut

Kiinteistön osalta tarkastelut aloitettiin vuokralaisten tiloissa vierailemalla ja teettämällä käyttäjäkysely. Vierailut suoritettiin vuokralaisen edustajan ja diplomityöntekijän

yhteisen kierroksen ja vapaamuotoisen keskustelun muodossa. Käyttäjäkyselyn osalta vuokralaisilta selvitettiin seuraavia asioita:

- sähkönkäytön luonne
- mitoittava tekijä, eniten sähköä kuluttava laitteisto
- havaittuja ongelmia kiinteistön sähkönjakelussa, häiriöt ym.
- havaittuja ongelmia kiinteistön sähkölaitteissa
- vuokralaisen käytössä olevat tilat

Vierailuiden jälkeen sähköpiirustusten avulla selvitettiin sähköistyksen jakautumista tiloissa. Ennalta tiedossa ollut sekavuus eri tilojen sähköistyksen kannalta selvitettiin olemassa olevien sähköpiirustuksien avulla. Selvityksen jälkeen pohdittiin mahdollisia kustannustehokkaita vaihtoehtoja mittauksen toteuttamiselle.

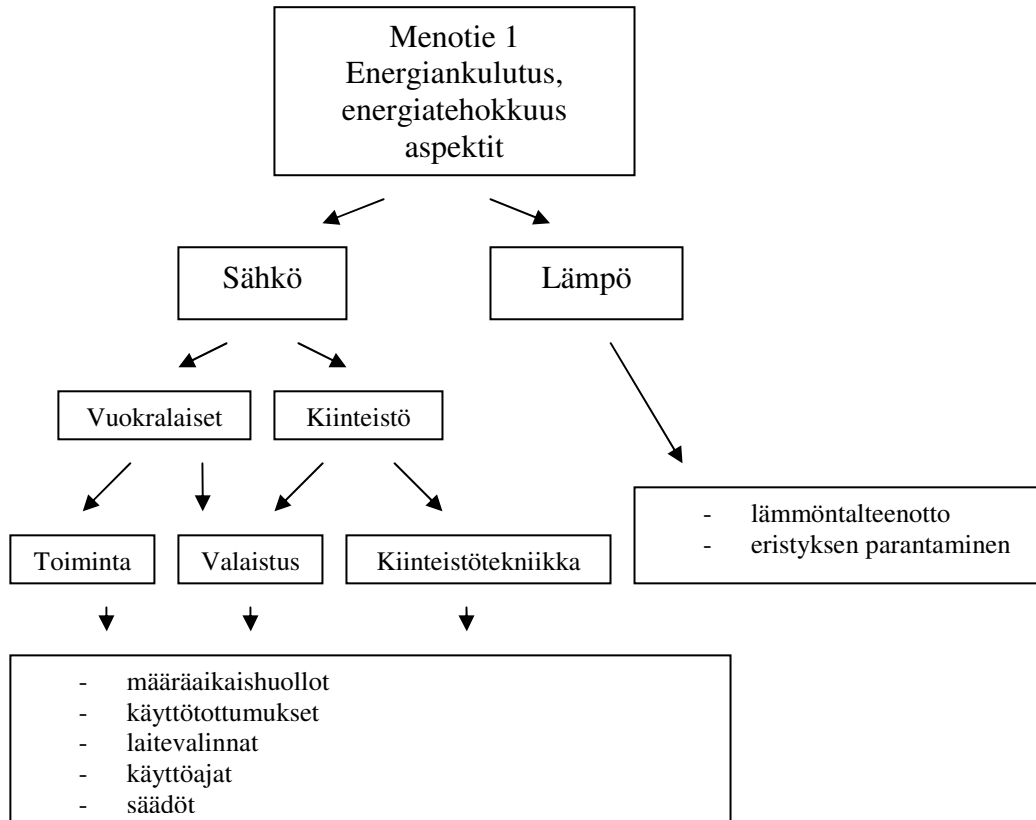
Työn loppuvaiheessa tarkastettiin kiinteistön sähkönkulutuksen luonne ja ajalliset vaihtelut. Kiinteistön sähköjärjestelmien kunto tarkastettiin silmämääräisesti kiinteistönomistajan edustajan, kiinteistöhuollon ja diplomityön suorittajan toimesta. Ilmaantuneet puutteet kirjattiin. Mahdollisten toimenpiteiden kustannuksista tehtiin karkeita arvioita ja tehtävät päätökset sijoituivat diplomityön laatimisen jälkeiseen ajankohtaan.

5.3.1 Kulutuksen kohdentaminen

Kiinteistön energiankäytön hallinnan kannalta sen käyttäjien ja huoltohenkilöstön on tiedettävä, mistä kulutus koostuu. Kulutuksen seuranta on välttämätöntä energiankäytön analysointiin. Se mahdollistaa tavoitteiden asettamisen ja poikkeamien paikantamisen. Energiankäytön hallinta pitkällä aikavälillä tarkoittaa energiankulutuksen huomioimista osana kiinteistön jatkuvaa ylläpitoa. Kiinteistön periaatteellista energiankäytön jakautumista säästötoimenpiteineen on esitetty kuvassa 5.2. Rakennuksen osalta energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet kannattaa toteuttaa seuraavassa järjestyksessä:[Patosalmi 1996]

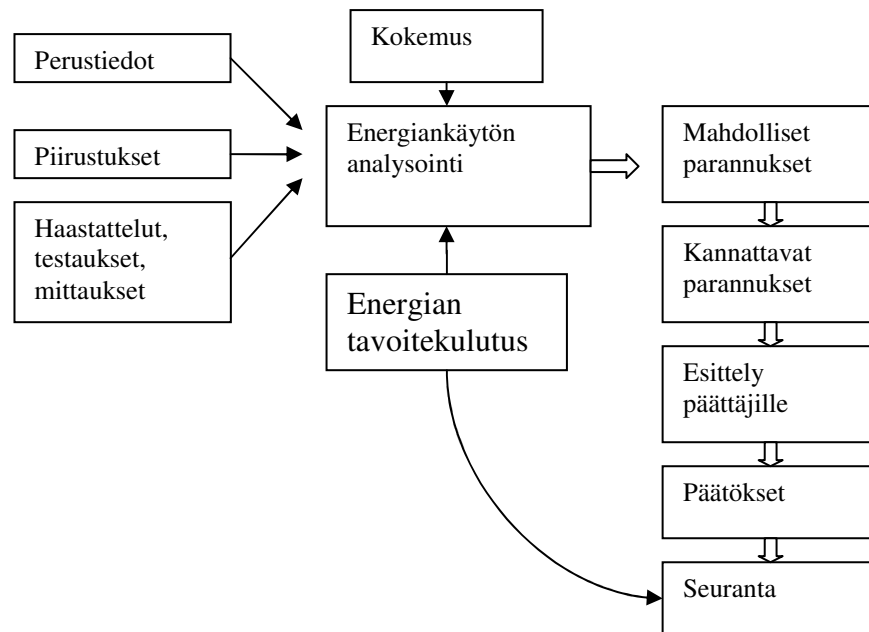
1. käyttötekniset toimenpiteet
2. konetekniset toimenpiteet
3. rakennustekniset toimenpiteet

Tärkeysjärjestys on muodostettu kustannusten kannalta suotuisimmaksi. Erityisesti toimintaperiaatteiden ja ominaiskulutuksen optimoinnilla voidaan saada aikaan hyvinkin kustannustehokasta energiansäästöä. Toisaalta on huomioitava myös se, että kone- ja rakennusteknillisten parannusten myötä saavutettava hyöty voi jäädä alhaiseksi, mikäli käyttötekniset toimenpiteet ovat suorittamatta.[Patosalmi 1996]



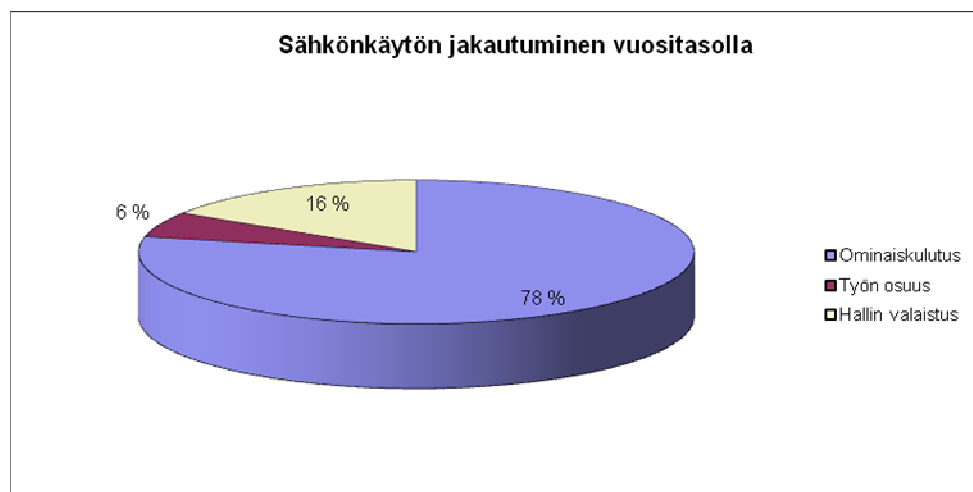
Kuva 5.2 Energiankäytön jakautuminen ja mahdollisia säästötoimenpiteitä.

Kiinteistön energianhallintaprosessi lyhyellä aikavälillä on esitetty kuvassa 5.3. Käytännössä lyhyen aikavälin energianhallinnan tarkastelu koostuu kulutuksen todentamisesta ja parannusehdotusten kokoamisesta. Pitkällä aikavälillä, mikäli parannuksia tehdään energiankäyttöä koskien, on jatkuva seuranta merkittävä osa käytönhallintaa. Kulutuksenseurannan mahdollistaminen on ensimmäinen siirtymä kohti järjestelmällistä energiatehokkuuden parantamista.[Ovenia 2009]



Kuva 5.3 Energianhallinta lyhyellä aikavälillä. [Kara 1987]

Kulutuksen suurpiirteistä kohdistamista varten tehtiin laskelmia, jonka tulokset esitetty kuvassa 5.4. Arvioihin perustuvista laskelmista selvisi, että yli 16 % kiinteistön sähköenergiasta kuluu nk. hallipuolen valaistukseen, joka koostuu yli 900 loisteputkivalaisimesta. Työn osuuden arviointi perustui tuntikohtaisten kulutustietojen vertailuun. Referenssinä ominaiskulutukselle pidettiin sunnuntaipäivien keskikulutusta. Sunnuntain keskikulutus vähennettiin arkipäivien kulutuksesta jolloin jäljelle jäävä osuus kuvaisi valaistuksesta ja toiminnasta aiheutuvaa kulutusta. Oinaiskulutuksen suuri osuus voidaan selittää kiinteistön toiminnan luonteella. Yhdelläkään vuokralaisella ei ole suuria kulutuksia omaavia laitteistoja. Suurimpina ominaiskulutukseen lukeutuvina järjestelminä mainittakoon ilmanvaihto, joka vastaa myös lämmityksestä sekä kompressorit, jotka ovat kiinteistön omia.



Kuva 5.4 Sähkönkäytön jakautuminen Menotie 1:ssä.

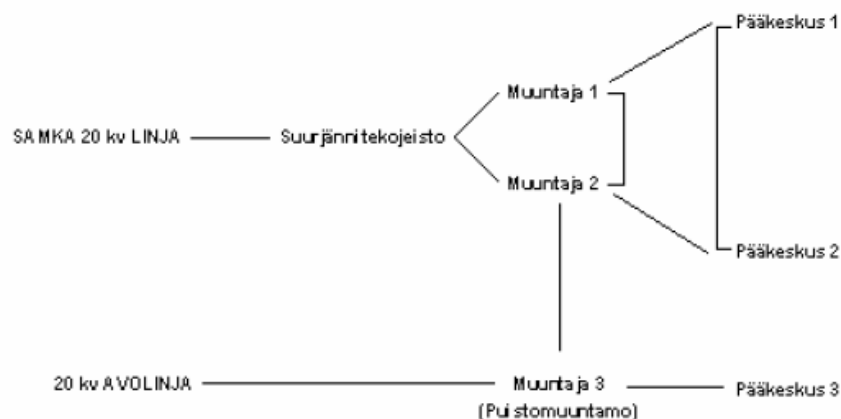
Kiinteistössä kohdistetun sähkönkulutuksen mittauksen suurimpana ongelmana oli kiinteistön sisäisen jakelun hajanaisuus ja vanhahko pääkeskus 1. Yli 80 keskuksen välityksellä toteutettu jakelu on ongelmallinen. Eri vuokralaisten sähköistys on pahimmassa tapauksessa osaltaan samasta ryhmäkeskuksesta niin, että osa ryhmistä menee yhdelle vuokralaiselle ja osa toiselle. Hajanaisuudesta johtuen on perusteltua pohtia onko kustannustehokasta saneerata sähköistys mittauksen toteuttamiseksi. Kiinteistön omistajan edustajan kanssa tehtyjen tarkastelujen perusteella päätettiin mittauksen mahdollisuuksien kartoittamisessa panostaa tiloihin, joissa muutoksien tekeminen sähköistyksen osalta olisi mahdollisimman pieni. Nämä tilat ovat pääosin kiinteistön toimistoalueella.

5.3.2 Talotekniikan säästöpotentiaali

Talotekniikalla tässä kohteessa tarkoitetaan pääasiassa ilmanvaihtoon ja paineilmajärjestelmään liittyvien ratkaisuiden tarkastelua. Kiinteistön käyttötarkoituksen muututtua on olemassa oleva ilmastointilaitteisto varsin massiivinen. Energiankulutuksen kannalta tulee huomioda että esimerkkikohteen osalta lämmitys on hyvin pitkälti sidottu ilmanvaihtojärjestelmään. Kiinteistön lämpö tuotetaan kaukolämmöllä ja kuljetetaan huone- ja hallitiloihin ilmanvaihtojärjestelmän avulla. Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus muodostuu pääosin puhaltimien sähkönkulutuksesta. Kiinteistön käyttötarkoitus ei tarkasteluhetkellä asettanut ilmanvaihdolle kovinkaan suuria vaatimuksia, mistä syystä järjestelmä voidaan katsoa ylimitoitetuksi nykykäytön kannalta. Vaikka ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet päätettäisiinkin uusia, asettaa olemassa oleva kanavisto omat vaatimuksensa myös uudelle laitteistolle. Niin ilmanvaihdon kuin paineilmajärjestelmänkin osalta todettiin heti alkuvaiheessa, että järjestelmien säätö ja huolto ovat ajankohtaisia.

5.3.3 Sähköjärjestelmien mitoitus

Kiinteistössä sähköjärjestelmät on valmistumisvaiheessa mitoitettu silloista käyttöä vastaavaksi. Kiinteistössä on kaksi liittymää joista toinen on keskijänniteliittymä ja toinen pienjänniteliittymä. Keskijänniteliittymä on nk. vanhalla puolella ja pienjännite nk. uudella puolella. Kiinteistössä on myös paikalliseen loistehonkompensointiin tarvittavat järjestelmät. Sähkönjakelu on toteutettu kuvan 5.4 mukaisesti.



Kuva 5.4 Menotie 1:den sähkönjakelu pääpiirteittäin.

Kiinteistön sähkönjakelun mitoituksellisiin aspekteihin ei työssä alkuperäisistä tavoitteista huolimatta perehdytty, koska kiinteistön vuokrasopimukseen tuli muutoksia työn suorittamisen aikana. Suurjänniteliittymästä ei haluttu luopua, koska sen olemassaolo koettiin tarpeelliseksi tulevaisuutta silmälläpitäen. Sen sijaan päätettiin tarkastaa sähkönkulutuksen ajallinen jakautuminen ja loistehon kompensoinnin tehokkuus.

5.4 Saavutettujen tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Vuositasolla energiankulutus kiinteistössä jakaantuu tehon suhteen varsin tasan sähkö- ja lämpöenergian kesken. Vuodenaikojen osalta muutoksia tapahtuu lähinnä niin, että talvella lämpöenergian määrä on suuri ja kesällä pieni. Sähköenergian kannalta muutokset vuodenaikojen välillä ovat suhteellisen pieniä. Liitteeseen 1. on koottu kiinteistön energiankulutusta kuvaavaa aineistoa.

Työn osalta tehtyjen selvitysten perusteella saatiin selville, että yhdeksän vuokralaisen osalta kuudelle pystytään toteuttamaan mittaus varsin pienillä ryhmäkeskuskohtaisilla muutoksilla. Mittauksen toteuttamisen kannalta oleellisia asioita ovat mm. mittauslaitteen valinta, asennustyö ja mittausinformaation käsittely sekä näistä aiheutuvat kustannukset. Mittauksen toteuttamisen osalta pyydettiin kustannusarvion tueksi kahdelta mittauslaitetoimittajalta laitekohtaisia hintoja. Suunniteltu mittausjärjestelmä koostuisi keskuskohtaisista multienergiamittareista, pulssikeräimistä sekä mittautiedon keruulaitteesta. Mittauksen toteuttaminen muuntamotilassa todettiin kuitenkin hyvin työlääksi alkuperäisten sähköistysmenetelmien vuoksi. Mittauksen osalta päätettiin, että kiinteistön omistajalle tehdään ehdotus alueellisesta mittauksesta, jolloin kustannukset eivät kasva kohtuuttomiksi.

Kiinteistön ilmanvaihtoon ei tässä vaiheessa suunniteltu muutoksia johtuen tulevaisuuden käytön epäselvyydestä. Osapuolet tiedostivat kuitenkin ilmanvaihtojärjestelmän muodostavan suuren osan energiankulutuksesta, joten

järjestelmää päädyttiin säätämään niin, että se vastaa nykykäyttöä. Säädön osalta työssä päädyttiin käyttämään ammattiosaamista. Koko kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmien säädön ja huollon teki Tampereen Kiinteistötekniikka Oy. Ilmanvaihdon säätöön aiheutta antoi niin energiankulutuksen suuruus kuin vierailuiden yhteydessä esille tulleet suuret virtaukset. Säädetyn ilmanvaihtojärjestelmän säästöjä ei tässä yhteydessä pystytty arvioimaan, koska kiinteistön käyttöaste ei pysynyt tarkastelu hetkellä muuttumattomana. Toisena syynä mainittakoon, että säästötoimenpiteiden todellista suoraa vaikutusta on hankala arvioida puutteellisen mittauksen vuoksi.

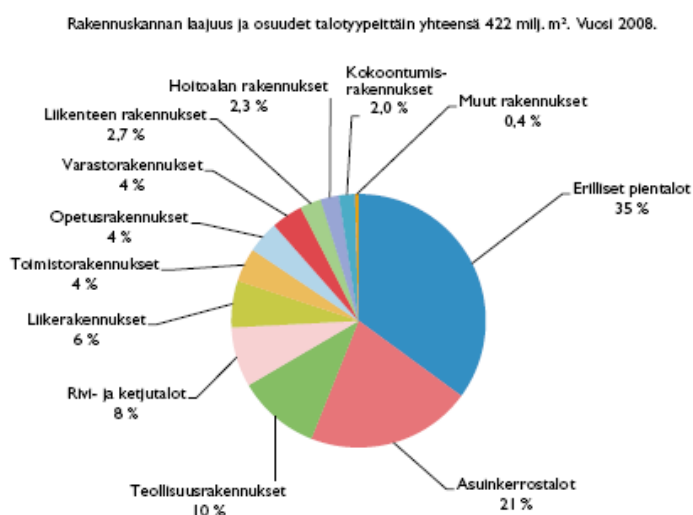
Paineilmajärjestelmän osalta päätettiin, että laitteistonhuolto toteutetaan lähitulevaisuudessa. Kuvan 5.4 mukaisesti työn osuus kokonaissähkönkulutuksesta on huomattavan pieni. Paineilmajärjestelmän ollessa kiinteistökohtainen, voidaan tästä aiheutuva kulutuskin osaltaan olettaa kuuluvan arvioituun ominaiskulutukseen. Huollon yhteydessä tutkitaan mahdollisia paineilmavuotoja sekä mahdollisuutta käyntiaikojen karsimiseen.

Sähkøjärjestelmän osalta huomattiin loistehon kulutuksen hienoista kasvua. Kiinteistössä suoritetun tarkastuskierroksen yhteydessä huomattiin, että olemassa olevien loistehon kompensointiparistojen kunto on tarkistettava. Kapasiteettia kompensoinnin osalta on 1337,5 kvar, josta vain noin puolet on käyttökunnossa. Kiinteistön omistajan edustajan kanssa sovittiin, että kompensoinnin kunto tutkitaan asiantuntijan toimesta lähitulevaisuudessa.

Kiinteistön energiankulutusta tarkasteltaessa voidaan tehdä johtopäätöksiä, jotka osoittavat kiinteistöjen olevan yksilöllisiä. Yksilöllisyys osaltaan muodostuu käyttötarkoituksen ja puitteiden luomasta kokonaisuudesta. Esimerkkinä käytetyn kohteen varsinaisesta työskentelystä johtuvaksi kulutukseksi arvioitiin vain 6 % kokonaiskulutuksesta. Käyttäjistä riippuvaisten käyttötekniisten toimenpiteiden säästöpotentiaali jää siis varsin pieneksi. Sen sijaan kiinteistön suuri ominaiskulutus osoittaa koneteknisen toimenpiteiden säästöpotentiaalin olevan mahdollisesti hyvinkin suurta. Näin ollen energiatehokkuuden parantamiseksi kohteessa tulisi panostaa juuri kiinteistötekniikan ja kiinteistökohtaisten järjestelmien optimointiin. Rakenteellisten toimenpiteiden suorittaminen on harvoin kustannustehokasta energiatehokkuuden parantamista, ellei se ei ole käyttöiän kannalta ajankohtaista. Tässä työssä rakenteiden kuntoa ei tutkittu.

6 ENERGIATEHOKKUUDEN MERKITYS

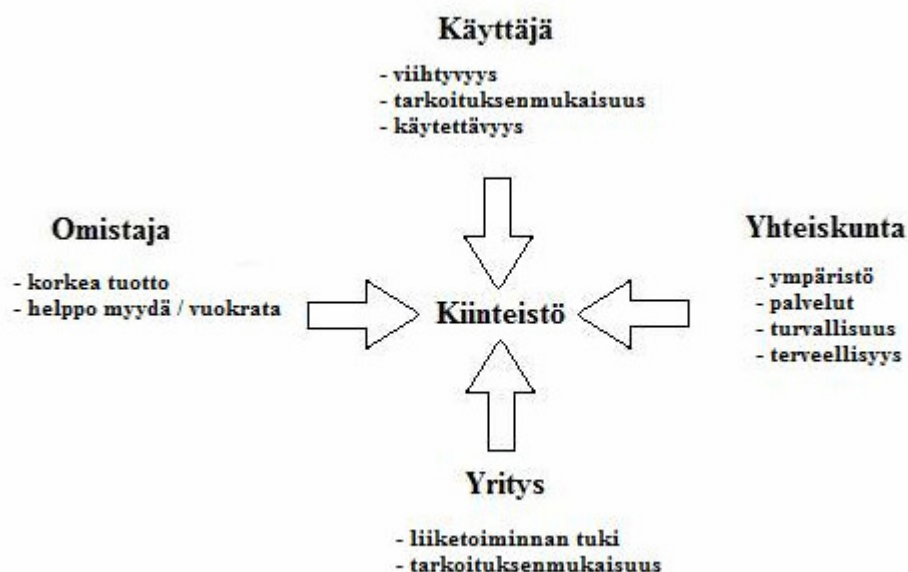
Kiinteistön tullessa elinkaarensa vaiheeseen, jossa muutoksien tekeminen on välttämätöntä toiminnan jatkamiseksi, on syytä tarkastella kiinteistöä laajemmin. Kiinteistönpidon kustannus- ja energiatehokkuus ovat erittäin ikääntyvän kiinteistön huolenaiheita. Yhteiskunnan merkitys energiatehokkuuden parantamisessa on suunnannäyttäminen ja oikean kehityksen tukeminen kansainvälisten velvoitteiden täyttämiseksi. Energiatehokkuuden parantaminen on tärkeää paitsi ympäristökuormituksen vähentämisen myös kustannustehokkuuden kannalta. Energiatehokkuuden parantaminen kiinteistöjen osalta ei kaikesta saamastaan nykyhuomiosta huolimatta ole mikään uusi asia. Energiatehokkuuden katsotaankin parantuneen vuodesta 1970 tähän päivään lämmityksen osalta noin kolmanneksen. Vaikka työtä energiatehokkuuden parantamiseksi on tehty paljon, on vielä paljon tehtävissä. Rakennuskannan lämmityksen katsotaan olevan edelleen yksi potentiaalisimmista tehokkuuden parantamiskohteista. Energiatehokkuuden muuttuessa yhä kokonaisvaltaisempien ratkaisuiden hallitsemiseksi, on yksittäisiin keinoihin kuitenkin kiinnitettävä huomiota ja muistettava kokonaisuuden koostuvan pienistä osaluista. Rakennuskannan jakautumista käyttötarkoituksen mukaan on esitetty kuvassa 6.1.[Edita 2004, Hellgren 1999, Myyryläinen 2008, NSS 2004, Ympäristö 2009c]



Kuva 6.1 Rakennuskannan jakautuminen käyttötarkoituksen mukaan. [Ympäristö 2009c]

6.1 Sidosryhmät

Yhteisten päämäärien saavuttamiseksi on tärkeää, että eri sidosryhmät ovat sitoutuneet panostamaan tulosten eteen. Kuvassa 6.2 on esitetty eri sidosryhmät ja sidosryhmiin kohdistuvat intressit. Eturistiriitatilainten ehkäisemiseksi tulee yhteiskunnan asettaa riittävät kannustimet energiatehokkuuden parantamiselle. Eri intressien yhdistäminen yhteiseksi päämääräksi on hankalaa ja erilaisten kompromissien tekemistä.[NSS 2004]



Kuva 6.2 Eri sidosryhmien intressit. [NSS 2004]

6.1.1 Kiinteistön omistaja

Suunnitelmallisella ja oikein ajoitetulla korjaustoiminnalla kiinteistönomistaja saa suurimman taloudellisen hyödyn sijoituksestaan. Toiminnan kuitenkin ollessa liiketoimintaa, ovat investoinnit usein välttämättömiä eivätkä niinkään ennaltaehkäiseviä. Energiatehokkuudesta puhuttaessa on huomioitava, että tilanteessa, jossa omistaja ei ole kiinteistön käyttäjä, ovat energiakustannukset kohdistettu suurelta osalta vuokralaisille. Omistajan taloudellinen hyöty energiatehokkuutta parannettaessa näissä tapauksissa on pieni ja näin ollen investointien kustannukset usein suurempia kuin saatava tuotto. Uusia vuokralaisia haettaessa todistettavissa oleva matala energiankulutus voidaan katsoa hyvinkin myönteiseksi. Tilanteessa, jossa on kyse kiinteistön myynnistä, energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet voidaan katsoa aiheellisiksi ja myyntiä edistäväksi toimenpiteeksi, mutta tässäkin tilanteessa saavutettava hyöty saattaa jäädä investointiin nähden vähäiseksi. Ammattimaisessa kiinteistöomistuksessa energiatehokkuuden parantaminen on kuitenkin osa suurempaa kokonaisuutta. Energiapalveludirektiiviin (2006/32/EY) pohjautuen Suomessa tehtyjen elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksien avulla on saatu yrityksiä sitoutumaan

yhteiseen 9 % kansalliseen energiansäästötavoitteeseen vuoteen 2016 mennessä. Sopimuksen sitoneet yritykset saavat asiantuntevaa opastusta ja neuvontaa sekä taloudellista tukea energiatehokkuutta parantaviin investointeihin sekä energiakatselmuksiin.[EK 2007, TEM 2008]

6.1.2 Käyttäjä

Kiinteistön tilojen käyttäjällä intressit ovat toiminnallisuudessa. Toimiva ja häiriötön sähköjakelu on paljon merkityksellisempi kuin saavutettavat energiasäästöt. Säästöjen kannalta käyttäjät ovat kuitenkin avainasemassa, sillä tehokas energiankäyttö on yksi tärkeimmistä säästötoimenpiteistä. Pelkästään toimintatapoja muuttamalla on mahdollistettu 2–5 % säästöjä energiakustannuksissa keskisuurtenyritysten osalta.[Hellgren 1999, Kasanen 1997]

6.1.3 Yritys

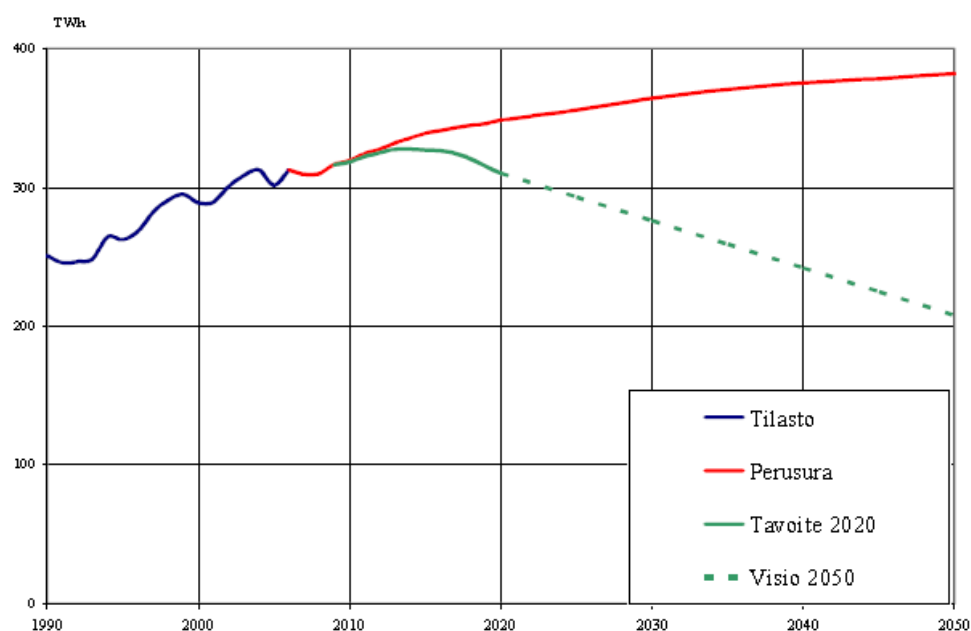
Yrityksellä tässä yhteydessä tarkoitetaan tilassa vuokralaisena olevaa yritystä tai ylipäättään vuokralaista. Ensisijaisena vaatimuksena kiinteistölle voidaan pitää tarkoituksenmukaisuutta toiminnalle. Energiatehokkuuden kannalta suurimman hyödyn kustannusten kannalta voi kuitenkin saada yritys. Parempi energiatehokkuus pienentää energiakustannuksia, jotka voivat kohdistua joko yritykseen suoraan energiakustannusten kautta tai epäsuorasti vuokran yhteydessä. Vuokrasopimusten ollessa kuitenkin yleisesti joko toistaiseksi voimassa olevia tai määräaikaista, on vuokralaisen halu tehdä kiinteistökohtaisiin laitteisiin investointeja vähäinen.[NSS 2004]

6.1.4 Yhteiskunta

Yhteiskunnan merkitys energiatehokkuuden parantamisessa on suurin. Suomen pitkän aikavälin ilmastostrategian mukaan tarkoitus on vähentää kasvihuonepäästöjä, parantaa energiatehokkuutta sekä lisätä energiaomavaraisuutta ja uusiutuvien energialähteidenkäyttöä. Suomen energiankulutuksen muutoksia ja skenaarioita on esitetty kuvassa 6.3. Energiankulutuksen määrään voidaan vaikuttaa niin tuotteiden kuin käyttäjien osalta. Erilaisten kannustimien avulla yhteiskunnan tulee tukea käyttäjien halua toimia tehokkuuden parantamiseksi ja edesauttaa päätöksenteossa, kun taas tuotteiden osalta kulutuksen kasvun taittaminen vaatii tarjontaa. Tästä esimerkkinä mainittakoon EuP-direktiivin merkitys uusien tuotteiden energiankulutukseen. Valtion omistuksessa oleva Motiva Oy on energiatehokkuutta sekä uusiutuvia energialähteitä edistävä taho, joka julkaisee ja valmistelee ohjeita sekä toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiselle.[Hellgren 1999, Lahtinen 2009]

Ympäristökuormituksen pienentäminen kansainvälisten sopimusten mukaisesti vaatii toimia, joiden täytäntöön paneminen on yhteiskunnan vastuulla. Vuonna 2006 voimaan tullut energiapalveludirektiivi velvoittaa vuoteen 2016 mennessä ohjeelliseen 9

% energiansäästön kokonaistavoitteeseen ja samalla asettaa julkisen sektorin esimerkkiasemaan energiatehokkuuden huomioimisessa. Kansallisen ilmastostrategian mukaan vuoden 2016 tavoitteista tiukennettuja linjauksia vuodelle 2020 ovat 10 % energiansäästö perusuraan nähden sekä nostaa uusiutuvien energialähteiden osuus 38 % nykyisestä 28 %:sta Suomen energiantuotannosta.[Hellgren 1999, TEM 2008, Ympäristö 2009c]



Kuva 6.3 Energiankulutuksen muutostavoitteet. [Lahtinen 2009]

6.2 Muutokset energiatehokkuuteen ohjaamisessa

Oletettujen energiatehokkuuden minimivaatimusten tuleminen olemassa olevalle rakennuskannalle tarkoittaa, että laajamittaisen korjauksen jälkeen olisi rakennuksen energiatehokkuuden oltava vaatimusten edellyttämällä tasolla. Mikäli vaatimusten tulevat voimaan, tulee se vaikuttamaan korjausrakentamisen yhteydessä tehtyihin valintoihin voimakkaasti. Tämä osaltaan tarkoittaa sitä, että korjausmenetelmistä päättävien osaamisellekin asetetaan aikaisempaa korkeammat vaatimukset. Energiatehokkuuden alarajan muodostumisen lisäksi muutoksia on tulossa energianmäärittelyssä. Nykyisen tarkastelun parantamiseksi tarkoituksena on panostaa rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen ja lämmitystavan huomioon ottaviin menetelmiin.[Valtionneuvosto 2009, Ympäristö 2009c]

6.2.1 Energiatehokkuuteen kannustaminen

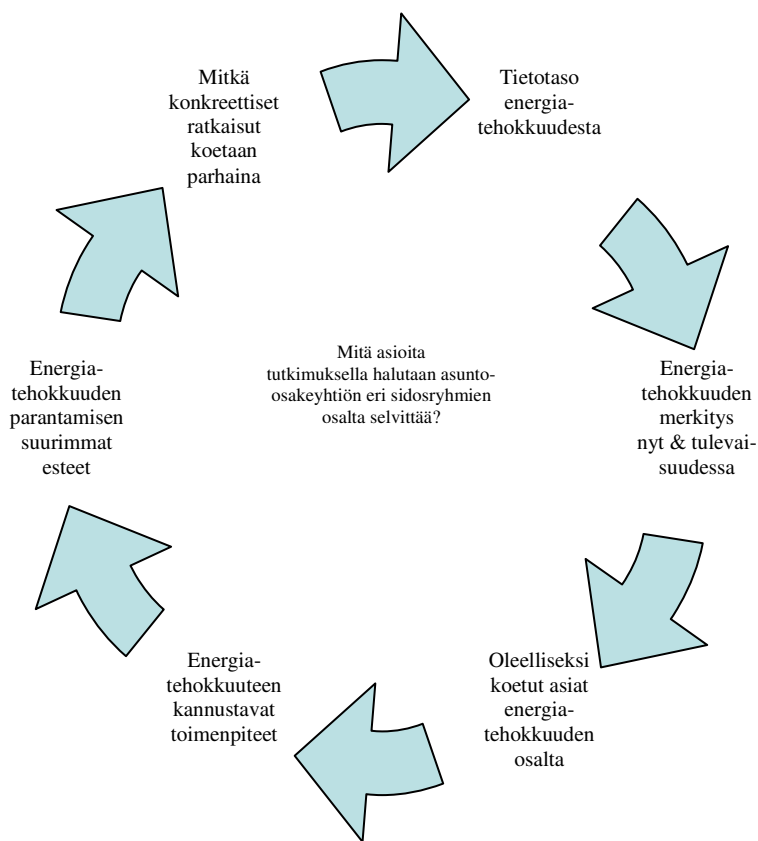
Kuluttajan kannalta energiatehokkuuden parantaminen suuremmassa mittakaavassa tarkoittaa investointeja. Investointeihin kannustaminen tapahtuu nykypäivänä erilaisin energia-avustuksien ja kotitalousvähennysten avulla. Energia-avustuksia voidaan myöntää energiakatselmuksiin, ulkovaipan korjaamiseen, lisäeristämiseen, ikkunoiden ja parvekeovien parantamiseen sekä toimenpiteisiin, jotka liittyvät ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiin. Uusia kannustimia pyritään kehittämään jatkuvasti.[Ympäristö 2009c, Motiva 2009]

Eräs näistä kannustimista voisi olla kaavailtu kiinteistöveron porrastaminen. Vuonna 1993 voimaan tullut kiinteistövero on kiinteistön verotusarvon perusteella kunnalle suoritettava vero. Ongelmana kiinteistöveron porrastamisessa on kuntien rahoitus. Kiinteistövero muodostaa noin 5 % kuntien verotuloista ja helpotukset verotuksessa aiheuttaisivat vajeen kuntien budjeteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden mukaan aiheuttaisi alkuvaiheessa kiinteistöveron korottamisen kaikille. Vasta korotusten jälkeen energiatehokkuudeltaan parempien rakennusten verohelpotus olisi mahdollista ilman kuntien verotulojen pienenemistä. Kiinteistöveron kuitenkin määräytyessä kiinteistönarvon perusteella, on selvää, että investointien yhteydessä kiinteistön arvo ja käyttöikä nousee, joka edelleen tarkoittaa kovempaa verotusta. Kannustimena kiinteistöveron porrastaminen ei siis ainakaan vielä ole tarkoituksenmukainen.[Ympäristö 2009c]

Toisena ja ehkä realistisempänä keinona on ehdotettu suoranainen avustus asunto-osakeyhtiöiden korjaustoimenpiteille, joilla parannettaisiin energiatehokkuutta, edistettäisiin uusiutuvien energialähteiden käyttöä sekä vähennettäisiin haitallisia päästöjä. Nykyisen, suhdanteesta johtuvan, korjausavustushankkeen seuraajaksi on suunniteltu energiatehokkaita korjausratkaisuja edistävää avustustoimintaa. Vuoden 2010 huhtikuusta alkaen suunnitellun avustustoiminnan on tarkoitus olla suuruudeltaan 15 % luokkaa remontin kokonaiskustannuksista ja se ajoittuisi vuoden 2010 huhtikuusta vuoden 2010 loppuun.[HE 184/2009]

6.3 Asunto-osakeyhtiöiden energiatehokkuuden parantaminen

Diplomityön osana suoritettiin yhteistyössä Suorakanava Oy:n kanssa tutkimus asunto-osakeyhtiöiden energiatehokkuuteen liittyen. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eri sidosryhmien suhtautumista energiatehokkuuden parantamiseen. Kuvassa 6.4 on esitetty tutkimuksen osalta keskeisiä aiheita. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden ollessa jatkuvasti esillä eri yhteyksissä, on perusteltua kerätä tietoa maksajan näkökulmasta. Ongelmana energiatehokkuuden parantamisessa asunto-osakeyhtiöiden osalta on investointien oletetut suuret kustannukset sekä välinpitämättömyys. Alati kiristyvät viranomaismääräykset sekä alalla lisääntyvä tietotaito yhdessä myönteisten esimerkkien kanssa kuitenkin vaikuttavat halukkuuteen myönteisesti.



Kuva 6.4 Asunto-osakeyhtiön sidosryhmien kannalta keskeisiä aiheita energiatehokkuustutkimuksessa.

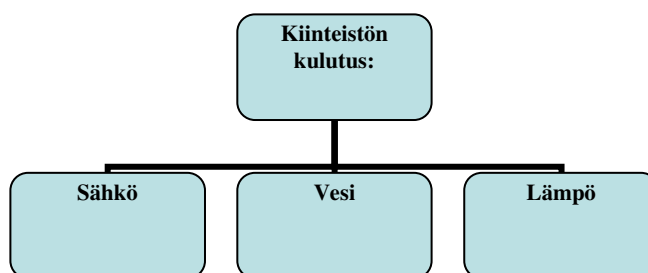
Energiatehokkuuden parantamisen katsotaan tulevaisuudessa muodostuvan enemmän osaksi perusratkaisuja, eikä niinkään ylimääräiseksi kustannuseräksi. Huomattavaa kuitenkin on, että vielä nykyratkaisuilla mittavien rakenneratkaisuiden valinta saattaa vaatia suhteessa hyvinkin pitkän takaisinmaksuajan investoinneille ja näin ollen heikentää halukkuutta suuren mittaluokan parannuksiin. Kustannuksien osalta voidaan kuitenkin olettaa, että volyymin kasvu vaikuttavaa myönteisesti kustannustasoon. Energiatehokkuuden parantaminen on kuitenkin mahdollista myös pienessä mittakaavassa, jolloin kustannuksetkin jäävät suhteellisen pieniksi. Olemassa olevan rakennuskannan energiasäästöpotentiaalin katsotaankin olevan osaltaan suhteellisen helposti realisoitavissa jo pelkillä osajärjestelmien optimoinneilla.[Myyryläinen 2008]

Energiatehokkuuden parantaminen on hanke joka vaatii eri sidosryhmien sitoutumista. Kiinteistön ylläpitokustannuksista energiakustannuksia on 40 %, joten säästöt ovat melko helposti todennettavissa maksettavien ylläpitovastikkeiden muodossa. Energiatehokkuutta parannettaessa asunto-osakeyhtiöiden osalta suositeltava toimintajärjestys on sama mitä työssä käsiteltyllä esimerkikohteella:[Myyryläinen 2008, Patosalmi 1996]

1. käyttötekniset toimenpiteet
2. konetekniset toimenpiteet
3. rakennustekniset toimenpiteet

Tämä toimintajärjestys on juuri asunto-osakeyhtiöiden osalta muita kiinteistöjä helpommin perusteltavissa. Osakkaiden ja sidosryhmien sitoutuessa energiatehokkuutta parantavaan toimintaan on helpoin aloittaa yksinkertaisimmasta. Käyttötottumuksia muuttamalla aikaan saadut säästöt toimivat motivoivana tekijänä myös suurempien investointien osalta. Suurimpana ongelma pidetyt kustannukset, eivät asenteiden muuttuessa välttämättä olekaan enää suurin ongelma.[Patosalmi 1996]

Yleisesti kiinteistön energiankulutus jakaantuu kolmeen eri kategoriaan: lämmitys-, laitesähkö ja jäähdytysenergiaan, mikäli ilmastointijärjestelmä on olemassa. Asunto-osakeyhtiöiden kannalta on kuitenkin käytännöllisempää, jos kulutuksen osalta jäähdytyksen sijaan tarkastelukohde on nyt vesi, joka normaalisti lasketaan lämpökategoriaan, kuva 6.5. Energiatehokkuuden parantamisen kannalta on säästöpotentiaalia tutkittava tapauskohtaisesti.[Sähkötieto 2008]



Kuva 6.5 *Energiankulutuksen jakautuminen asunto-osakeyhtiössä.*

Suoritettu tutkimus toteutettiin neljänä kyselynä kategorioittain niin, että lämpö jaettiin vielä erikseen lämmitysjärjestelmän ja lämpöhäviöiden kesken. Kyselyt sisälsivät noin kymmenen asenteita ja kokemuksia käsittelevää kysymystä. Kysymysten lisäksi jokaisen kyselyn yhteydessä annettiin aihealueittain laskennallisia esimerkkejä parannuksista koituvien säästöjen havainnollistamiseksi. Kyselyihin vastasi noin 250 palvelun käyttäjää. Kyselyihin vastanneista noin 40 % oli asunto-osakeyhtiöiden hallituksen jäseniä, noin 40 % osakkaita ja loput isännöitsijän, kiinteistöhuollon tai vuokralaisen ominaisuudessa. Seuraavassa on käsitelty kyselyiden tärkeimpiä tuloksia osa-alueittain, tarkemmat tulokset löytyvät liitteestä 2.

6.3.1 Sähköenergia

Sähkönkulutus on osa-alueista helpoiten kohdistettavissa kuluttajiin. Huoneistokohtaiset sähkömittarit huolehtivat kustannusten oikeudenmukaisesta kohdistumisesta kuluttajille. Todennettu kulutus antaa myös asukkaille mahdollisuuden vaikuttaa omilla kulutustottumuksillaan sähkön käytöstä aiheutuviin kustannuksiin. Kiinteistön osalta tilanne on toinen, yhteisten tilojen kuten rappukäytävien ja piha-alueiden sähköenergiakustannukset kohdistuvat käytöstä riippumatta osakkeiden mukaan, vastikkeiden muodossa. Kiinteistötekniikan määrän lisääntyessä on kiinteistösähkön osuus jatkuvasti kasvava menoerä taloyhtiöille ja näin ollen tulisi siihen kiinnittää myös huomiota. Sähkön säästöpotentiaali taloyhtiöiden yhteisissä tiloissa vaati kiinteistön eri sidosryhmien yhteistä sitoutumista niin investointien kuin kulutustottumuksienkin muodossa. Asuntokohtaiseen kulutukseen voidaan vaikuttaa niin kulutuksen kuin laitevalintojenkin avulla. Kulutustottumuksia muuttamalla säästöt voivat olla hyvinkin suuret, mutta vaikuttamatta asumismukavuuteen voidaan päästään kymmenien prosenttien säästöihin. Laitehankintojen osalta on syytä kiinnittää huomiota vanhan ja uuden tekniikan välisen energiankulutuksen eroihin. [NSS 2004, Patosalmi 1996]

Kyselyn tulosten perusteella on selkeästi oletettavissa, että kyselyyn vastanneet kiinnittävät huomiota ostamiensa laitteiden energiankulutukseen. Motiivina tähän ei ole ainoastaan sähköenergian korkeaksi koettu hinta, vaan myös energiakulutuksen pienentäminen. Halukkuutta panostaa taloyhtiökohtaisesti energiatehokkaisiin laitteisiin löytyy paljon. Rajoittavana tekijänä hankinnoille pidetään korkeaa hintaa sekä informaation puutetta koituvien säästöjen suhteen. Tehokkaimmiksi säästötoimenpiteiksi vastanneet totesivat käyttötottumuksiin sekä – aikoihin vaikuttamisen.

6.3.2 Veden kulutus

Taloyhtiöissä varsin yleisen vesimaksun tilalle on tulossa yhä enemmän asuntokohtaisia vesimittareita. Kuten sähkön osalta, myös vedenkulutuksen käyttäjäkohtainen todentaminen antaa mahdollisuuden säättämiseen ja oikeudenmukaiseen laskutukseen. Tutkimusten mukaan vesimittareiden käyttöönoton myötä vesimaksut ovat pienentyneet 15–20%. Kustannuseränä käyttövesi muodostuu paitsi veden hinnasta ja jätevesimaksusta, myös lämpimän veden muodostamisesta. Lämmin käyttövesi voidaan muodostaa esimerkiksi kaukolämmön avulla, jolloin sen kustannukset ovat edullisimmillaankin, yli kaksinkertaiset kylmään veteen verrattuna. [Harju 2005, Vexve 2010]

Kyselyn avulla saatujen tulosten perusteella lähes kaikki vastanneet ilmoittivat kiinnittävänsä huomiota niin vedenkulutukseen kuin sen aiheuttamiin kustannuksiinkin. Kuten sähkölaitteiden, myös vettä kuluttavien laitteiden osalta vastanneet ovat valmiita panostamaan vettä ja energiaa säästäviin laitteistoihin. Parhaimmiksi keinoiksi

vedenkulutuksen pienentämiseksi koetaan kulutustottumukset joihin voidaan vaikuttaa mm. vesimittareiden asentamisella. Suurin osa kyselyyn osallistuneista on sitä mieltä, että he pystyisivät vähentämään veden kulutusta ilman, että se vaikuttaisi asumismukavuuteen. Huomattavaa on, että lähes kaikki vastanneista on valmiita puoltamaan yhtiössä vesimittareiden hankintaa.

6.3.3 Lämpöenergia

Kiinteistöjen lämmitykseen kuluu noin viidesosa kaikesta Suomessa kulutettavasta primäärienergiasta. Säästöpotentiaalin kannalta se on käsiteltävistä osa-alueista selkeästi suurin ja siksi siihen onkin kiinnitettävä erityistä huomiota. Investointina energiatehokkuuden parantaminen lämmityksen kautta voi olla kallista, ottaen huomioon järjestelmien laajuuden. Viimeisen 40 vuoden aikana, asuntokohtaista lämmityksen tarvetta on saatu pienennettyä yli 50 %, joka on suurimmaksi osaksi seurausta tiukentuneista rakennusmääräyksistä ja edistyneestä tekniikasta. Kokonaisuutta tarkasteltaessa on kuitenkin erityisesti vanhojen rakennusten lämmityksessä ja lämmöneristyksessä paljon parantamisen varaa.[Harju 2005, Virta 2010]

Kyselyyn vastanneista lähes jokainen uskoo, että taloyhtiönsä lämmitysjärjestelmän tehokkuudessa on parannettavaa ja järjestelmän investoinneilla saavutettaisiin säästöjä. 64 % vastaajista olisi puolestaan valmiita panostamaan uusiutuvien energialähteiden käyttöön osana lämmitysjärjestelmää. Valtaosa vastaajista arvelee, että yhtiön lämmityskustannukset pienenisivät, mikäli kulutus saataisiin kohdistettua paremmin käyttäjille. Vastausten perusteella neljä vastaajaa viidestä on sitä mieltä, että lämmöneristys heidän taloyhtiössään on joko heikko tai kohtalainen. Huomattavaa on, että noin 75 % vastanneista kokee lämpöhäviöiden aiheuttavan merkittäviä taloudellisia kuluja. Lähes sama määrä vastanneista olisi myös valmis teettämään energiansäästöpotentiaalia käsittelevän kartoituksen

6.3.4 Energiatodistukset

Energiankulusta koskevien kysymysten lisäksi tutkimuksen yhteydessä selvitettiin energiatodistuksien laadintaa. Energiatodistukset tulivat pakollisiksi vuonna 2008 uusille rakennuksille ja vuonna 2009 olemassa oleville rakennuksille. Tarkoituksena todistuksella on antaa vertailu kelpoista tietoa rakennuksen energiankulutuksesta sekä ehdotuksia energian säästämiseksi. Energiatodistuksen osalta kyselyssä selvitettiin sen yleisyyttä sekä mahdollisten säästöehdotusten toteuttamista.[Myyryläinen 2008, Sähkötieto 2008]

Noin puolet vastanneista totesi, että energiatodistus heidän yhtiöönsä on tehty, viidenneksen ollessa tietämättömiä siitä, että onko todistusta yhtiölle ylipäättään laadittu. Vastanneista 11 % ilmoitti laadittuun energiatodistukseen sisältyneen myös

energiansäästölaskelmia ja -ehdotuksia. Isännöitsijän laatimissa energiatodistuksissa ei yleisesti ole energiansäästölaskelmia tai parannusehdotuksia.

6.3.5 Tutkimuksen johtopäätökset

Asunto-osakeyhtiöiden kannalta energiatehokkuuden parantaminen vaatii kaikkien osakkaiden panostusta tavoitteiden eteen. Itse energiatehokkuuden parantaminen vaatii toki varoja, mutta perustana ovat kuitenkin kustannustehokkaat investoinnit ja kulutustottumuksien muuttuminen. Asunto-osakeyhtiöpuolella ongelmana on asumismuodon oletettu väliaikaisuus. Taloyhtiötä ei nähdä kannattavana sijoituksena, jolloin pääoman sitominen sen energiatehokkuuden parantamiseen koetaan turhana. Yhteiskunnankunnan merkitys tulee huomioida tältä kantilta. Tiukemmat rakennusmääräykset korjausrakentamisen osalta voivat olla ratkaisevassa asemassa.

Kyselyyn vastanneista 84 % kuitenkin uskoo energiatehokkuutta parantavien korjausratkaisujen nostavan taloyhtiön arvoa normaaleja korjaustoimia enemmän. Mikäli, lähitulevaisuudessa kaavailut minimi energiatehokkuus vaatimukset tulevat käyttöön on siihen varauduttava. Taloyhtiöiden osalta tämä kaikki merkitsee, sitä että on korjaustarpeita kartoitettaessa syytä kiinnittää huomiota aikaisempaa enemmän ratkaisuvaihtoehtoihin. Päätösprosessin helpottamiseksi ja kulutustottumuksien muuttamisen tueksi on syytä ottaa osakkaiden keskuudessa esille energiatehokkuuteen liittyviä asenteita ja valmiuksia sekä herättää keskustelua.

Erona käytettyyn esimerkkinä käytettyyn teollisuuskohteeseen asunto-osakeyhtiöillä on käyttötekniisten toimenpiteiden ja rakenteellisten toimenpiteiden tärkeys. Koneteknisillä toimenpiteillä ei asunto-osakeyhtiössä ole niin merkittävää osuutta. Kiinteistöautomaation ja kiinteistökohtaisten sähköjärjestelmien määrä on asunto-osakeyhtiössä huomattavasti pienempi kuin teollisuuskiinteistössä käyttötarkoituksesta johtuen. Asunto-osakeyhtiöillä rakenteellisten toimenpiteiden kustannustehokkuuteen vaikuttavat korjausrakentamisen luonne sekä myönnettävät suhdanneavustukset. Energiatehokasta korjausrakentamista rajoittavana tekijänä voidaan pitää informaation vähäistä määrää vaihtoehtojen menetelmien osalta. Toisaalta halu toimia energiatehokkuuden puolesta voidaan kokea niin voimakkaana, että kaikkien tehtyjen päätösten ei tarvitse olla kustannustehokkaita vaan riittää, että energiaa saadaan säästettyä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kiinteistön energiankulutus on riippuvainen hyvin monista tekijöistä. Rakenteelliset ratkaisut vaikuttavat usein lämpöhäviöihin ja laitteistokohtaiset ratkaisut energiankulutuksen hyötysuhteeseen. Inhimilliset tekijät kuten käyttötottumukset ovat osaltaan energianhallinnan lähtökohta. Myönteinen asenne ja halu toimia energiatehokkuuden parantamiseksi ovat välttämättömiä kokonaisuuden kannalta.

Energiatehokkuuden parantaminen olemassa olevan rakennuskannan osalta on haasteellista. Suurimmiksi ongelmiksi mielletään kustannukset ja investointien pitkät takaisinmaksuajat. Rakennuskannan ollessa suurimpia energiaa kuluttavia osa-alueita ovat myös vaatimukset sen energiansäästölle suuria. Kansainvälisten ympäristösopimusten johdannaisina tulleet elinkeinoelämän energiatehokkuussopimukset osaltaan pyrkivät sitouttamaan yritysmaailmaa yhteisien päämäärien saavuttamiseksi. Tavoitteena on laatia rakennuskannalle energiatehokkuuden minimivaatimukset.

Kuten työn alussa esitettiin, on rakennuksen elinkaarissa monta sykliä joiden vaihtuessa on perehdyttävä tilojen käyttötarkoitukseen. Kiinteistön kustannusten hallinnan kannalta on syytä panostaa suunnitteluun ja laitteistovalintoihin. Ennen muutosvaiheen investointeja on tärkeää selvittää kiinteistön nykytila ja tulevaisuuden käyttötarkoitus mahdollisimman tarkasti. Energiankulutuksen todentamien on ensisijaisen tärkeää parannuskohteiden paikantamisessa. Energiatehokkuuden kannalta tarpeeton energiankäyttö on karsittava ja tarpeellinen käyttö optimoitava.

Tarkastelujen esimerkkitapausten avulla selvitettiin eri käyttökohteiden eroavaisuuksia. Lähtökohtana energiatehokkuudelle pidettiin, että tarkasteluja tulisi suorittaa ensin käyttötekniesten, sitten konetekniesten ja viimeisenä rakenteellisten toimenpiteiden osalta. Järjestyksen merkitys korostuu kokonaishyödyn tavoittelussa. Kohteesta riippuen realisoitavissa olevaa säästöpotentiaalia ei kuitenkaan joka osa-alueelta löydy. Kuten asunto-osakeyhtiöitä tarkasteltaessa todettiin, voi rakenteellisten muutoksien kautta saatava hyöty olla ainoa, jolla todellisia säästöjä saavutetaan.

Energiatehokkuuden parantaminen on prosessina varsin kattava. Se on ongelmien havainnointia, ratkaisuiden etsimistä ja energiankulutuksen vähentämistä. Suurimpana haasteena on kaiken tämän toteuttaminen kustannustehokkaasti. Tämä osaltaan sitouttaa yhteiskuntaa ratkaisemaan haasteita paljon yksittäisiä kohteita suuremmalla tasolla. Tukitoimet rakenteellisten muutosten tekemiseen energiatehokkuutta parannettaessa lisäävät kilpailua rakennusmarkkinoilla ja näin ollen voivat laskea kustannustasoa. Toisena ääripäänä mainittakoon säädökset, jotka osaltaan aiheuttavat negatiivista asennoitumista energiatehokkuutta kohtaan.

Energiatehokkuuden merkitys on nyky-yhteiskunnassa kasvanut ja sen merkitys tulee vielä nykyisestään kasvamaan. Kiinteistöjen osalta tämä merkitsee sitä, että tarvitsemme aiempaa parempia mittareita kiinteistöjen energiatehokkuuden mittaamiseen sekä valvontaa tehokkuuden ylläpitoon. Energiatehokkuuden parantaminen vaikuttaa positiivisesti paitsi kulutetun energian määrään, energiasta aiheutuviin kustannuksiin myös kiinteistön arvoon.

LÄHTEET

- (ABB 2000) ABB. 2000. TTT-käsikirja 2000-07, luku 13 Sähköasemat, kojeistot ja muuntamot. [Viitattu 16.11.2009]. Saatavilla: [http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/130_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/130_0007.pdf)
- (Aho 1999) Aho, Asikainen, Haakana, Vetheim-Asikainen, Äijälä. 1999. Energian ja veden käyttö hallintaan. Kiinteistöalan kustannus Oy. 112 s.
- (Areva 2009) Areva T&D Suomi. 2009. Kotisivut 2009. [Viitattu 17.11.2009]. Saatavilla: <http://www.areva-td.fi>
- (Artto 2006) Artto, Martinsuo, Kujala. 2006. Projektiliiketoiminta. WSOY Oppimateriaalit Oy. 146.s
- (Lahtinen 2009) Erkki Lahtinen. 2009. Ympäristöministeriö, Ajankohtaista rakennusten energiatehokkuudesta. [Viitattu 3.11.2009]. Saatavilla: <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus-kiinteistojenenergiatehokkuusseminaarinesitysaineistot/>
- (Edita 2004) Edita. 2004. Energia Suomessa. Edita Prima Oy. 396 s.
- (EK 2007) Elinkeinoelämän keskusliitto. 2007. Elinkeinoelämän energiatehokkuus sopimuksen liittymisasiakirja. [Viitattu 5.10.2009]. Saatavilla: http://www.ek.fi/www/fi/energia/liitteet/Liittymisasiakirja_ET.pdf
- (Harju 2005) Pentti Harju. 2005. Talotekniikan perusteet. Penan Tieto-Opus ky. 214 s
- (HE 184/2009) HE 184/2009. 2009. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi suhdanneluonteisista avustuksista eräiden asuinrakennusten korjauksiin annetun lain muuttamisesta. [Viitattu 19.10.2009]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2009/20090184>

- (Heljo 2005) J. Heljo, E. Nippala, H. Nuuttila. 2005. Rakennuskannan ekotehokkaampi energiankäyttö, (EKOREM) –projekti loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 12.10.2009]. Saatavilla: http://www.tut.fi/units/rka/rtt/tutkimus/ekorem/EKOREM_Loppuraportti_051214.pdf
- (Hellgren 1999) M. Hellgren, L. Heikkinen, L. Suomalainen, J. Kala. 1999. Energia ja ympäristö. Opetushallitus. 200 s.
- (Honkatukia 2008) J. Honkatukia, J. Forsström. 2008. Ilmasto- ja energiapolitiittisten toimenpiteiden vaikutuksen energiajärjestelmään ja kansantalouteen. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. 35 s.
- (Isännöintiliitto 2009) Suomen isännöintiliitto ry. 2009. Laki asuntoyhtiöiden korjausselvityksistä. [Viitattu 6.10.2009]. Saatavilla: <http://www.isannointiliitto.fi/ajankohtaista/media/tiedotteet/6299.html>
- (Junnila 2009) Seppo Junnila. 2009. Rakentamisen energiatulevaisuus. Sitra. [Viitattu 18.11.2009] Saatavilla: <http://www.sitra.fi/julkaisut/raportti84.pdf?download>
- (Kara 1987) Reijo Kara. 1987. Sähkön taloudellinen käyttö. Suomen sähköurakoitsija liitto ry. 138 s.
- (Kasanen 1997) Pirkko Kasanen. 1997. Kuluttaja energiansäästäjänä ympäristön takia – tutkimusta ja haasteita. [Viitattu 15.9.2009]. Saatavilla: http://lta.hse.fi/1997/1/lta_1997_01_a3.pdf
- (Kiinteistölehti 2009) Kiinteistölehti. 2009. Laki asuntoyhtiöiden korjausselvityksistä. [Viitattu 6.10.2009] Saatavilla: <http://www.kiinteistolehti.fi/uutiset/?id=5127>
- (Korhonen 2002) A. Korhonen, H. Pihala, A. Ranne, V. Ahponen, L. Sillanpää. 2002. Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön käytön tehostaminen. Työtehoseuran julkaisuja 384. 158 s.
- (Motiva 2009) Motiva Oy. 2009. Kotisivut. [Viitattu 9.10.2009]. Saatavilla: <http://www.motiva.fi/>
- (Myyryläinen 2008) Leevi Myyryläinen. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Kiinteistöalan kustannus Oy. 205 s.

- (Nousiainen 2000) Kirsi Nousiainen. 2000. Sähköenergiatekniikka. Tampereen teknillinen yliopisto. 217 s.
- (NSS 2004) Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS Oy, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Sähköinfo Oy. 152 s.
- (Ovenia 2009) Ovenia Oy. 2009. Energianhallinta aineisto
- (Patosalmi 1996) Daniel Patosalmi. 1996. Energiansäästö korjaustoimenpiteet & kannattavuus. Suomen Media-Kamari Oy. 135 s.
- (Repo 2008) Sami Repo. 2008. Luentokalvot: Sähkövoimajärjestelmän säätö ja käyttö.
- (Seppänen 2004) Olli Seppänen. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikka-Julkaisut Oy. 427 s.
- (Seti 2009) Seti Oy. 2009. Sähkölaitteiston kuntotutkijan pätevyystodistus. [Viitattu 24.8.2009]. Saatavilla: <http://www.seti.fi/Kuntotutkijat.aspx>
- (SFS 154) SFS-käsikirja 154. 2005. Jakokeskukset, Suomen Standardisoimisliitto SFS. 373 s.
- (Sisäilmayhdistys 2009) Sisäilmayhdistys. 2009. Ilmanvaihdon perusteet. [Viitattu 29.7.2009]. Saatavilla: www.sisailmayhdistys.fi
- (STUL 2002) Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, STUL ry. 2002. Kuntotutkijan käsikirja. Sähköinfo. 118 s.
- (STUL 2005) Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Sähköinfo Oy. 147 s.
- (STUL 2006) STUL ry. 2006. D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy. 365 s.
- (STUL 2007) STUL ry. 2007. Maadoituskirja. Sähköinfo Oy. 176 s
- (Sähkölaitos 2007) Tampereen Sähkölaitos. 2007. Loisteho hinnoittelu ja kompensointi. [Viitattu 16.11.2009] Saatavilla: http://www.tampereensahkolaitos.fi/NR/rdonlyres/453C6A99-E6C5-44B1-8DAF-8B1B13C476E5/0/TSV_loisteho_ohje_20070626.pdf
- (Sähkönjakelu 1991) Sähkönjakelu ja valaistus älykkäässä rakennuksessa, Älykäs rakennus – projekti. 1991. Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus Oy. 27 s.

- (Sähkötieto 2001) Sähkötieto ry. 2001. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Sähköinfo Oy, [Viitattu 13.10.2009], Saatavilla: www.sahkoinfo.fi
- (Sähkötieto 2004) Sähkötieto ry. 2004. ST-esimerkit 3. Sähkö- ja telejärjestelmien suunnitteluohjeet. Sähköinfo Oy. [Viitattu 16.10.2009]. Saatavilla: www.sahkoinfo.fi
- (Sähkötieto 2008) Sähkötieto ry. 2008. ST-ohjeisto 15, Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten soveltaminen sähköjärjestelmissä. Sähköinfo Oy. 43 s.
- (Sähköurakoitsijaliitto 1996) Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry ja Suomen Valoteknillinen Seura ry 1996. Valaistuksen laskenta, mittaukset ja huolto. Sähköinfo Oy. 301 s.
- (Teknologiateollisuus 2009) Teknologiateollisuus ry. 2009. Teknologiateollisuuden energiatehokkuus sopimus. [Viitattu 5.10.2009]. Saatavilla: <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/energiatehokkuussopimus.html>
- (TEM 2008) Työ ja elinkeinoministeriö. 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön ohjeita energiatehokkuuden huomioon ottamiseksi julkisissa hankinnoissa. [Viitattu 14.7.2009]. Saatavilla: http://www.motiva.fi/files/1479/Tyo-ja_elinkeinoministerion_ohjeita_energiatehokkuuden_huomioon_ottamiseksi_julkisissa_hankinnoissa.pdf
- (TEM 2009) Työ- ja Elinkeinoministeriö. 2009. Energiatehokkuustoimikunnan mietintö: Ehdotus energiansäästön ja energiatehokkuuden toimenpiteiksi. [Viitattu 15.9.2009]. Saatavilla: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2403>
- (Tetri 2005) Eino Tetri. 2005. Rakenne- ja rakennustekniikan perusteet luentokalvot. [Viitattu 16.11.2009]. Saatavilla: <http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/rrtp/2005/luennot/luentomateriaali/rrtp10.pdf>
- (Valtioneuvosto 2009) Valtioneuvosto. 2009. Valtioneuvoston kirjelmä ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi rakennusten energiatehokkuudesta. Ympäristövaliokunnan lausunto 22/2009 vp. [Viitattu 13.7.2009]. Saatavilla:

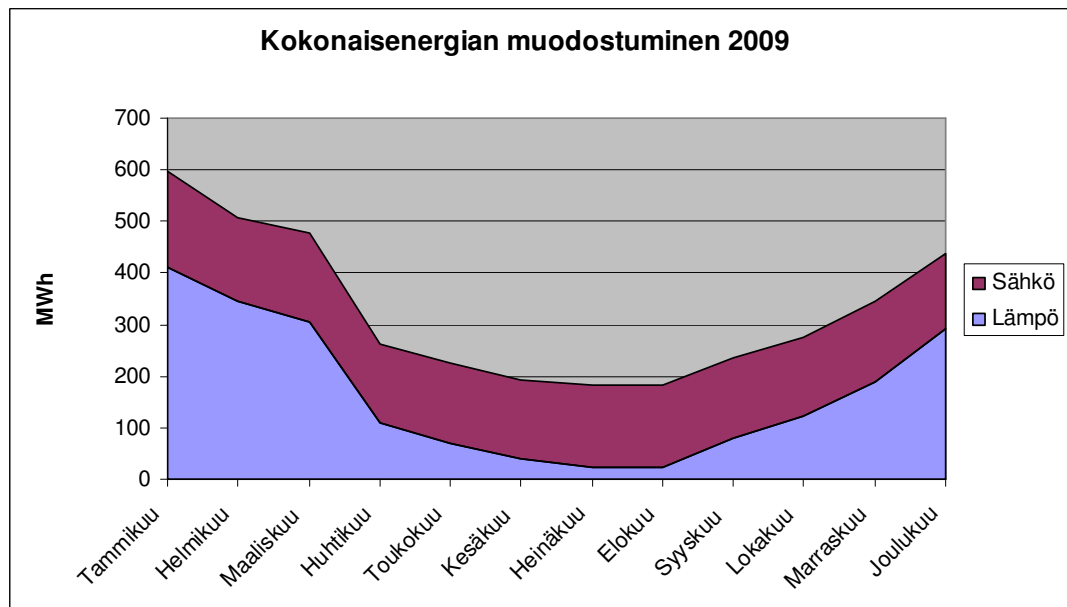
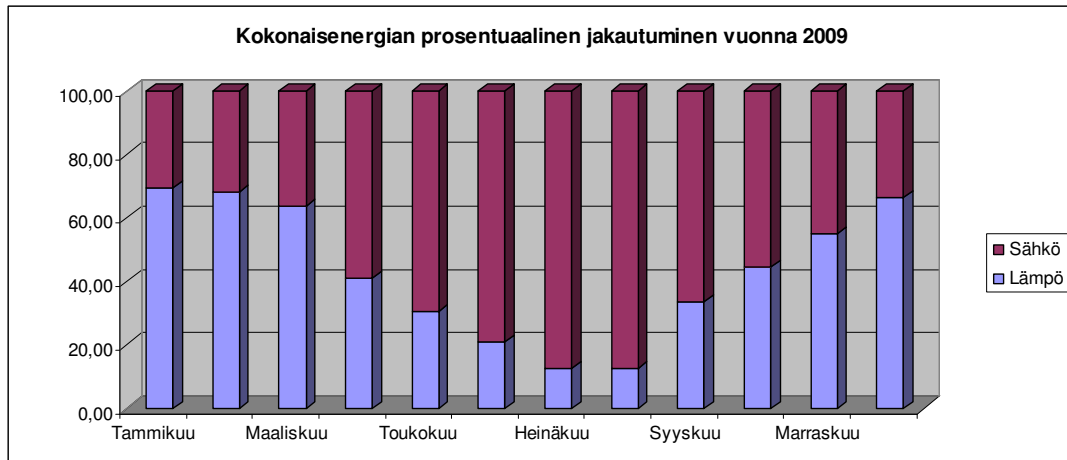
http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/ymv1_22_2009_p.shtml

- (Vexve 2010) Vexve Oy, Vesiverto. 2010. Kotisivut. [Viitattu 25.2.2010]. Saatavilla: <http://www.vesiverto.fi>
- (Virta 2009) J. Virta, M. Ojajärvi. 2009. Taloyhtiön korjaushanke, Hallinto ja viestintä. Kiinteistöalan kustannus. 144 s.
- (Virta 2010) Jari Virta, Petri Pylsä. 2010. Tee parannus viestintäohjelma, Seminaarikalvot. [Viitattu 25.2.2010]. Saatavilla: <http://www.teeparannus.fi/>
- (Ympäristö 2002) Ympäristöministeriö. 2002. Julkaisu energiankulutusta vähentävistä vaatimuksista. [Viitattu 4.11.2009]. Saatavilla: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=66594&lan=fi>
- (Ympäristö 2007a) Ympäristöministeriö. 2007. Rakennusten energiakulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskenta, D5 Suomen rakentamismääräys kokoelma. [Viitattu 13.7.2009]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>
- (Ympäristö 2007b) Ympäristöministeriö. 2007. Energiatodistusopas, Rakennusten energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. Ympäristöministeriö. 147 s.
- (Ympäristö 2008) Ympäristöministeriö. 2008. Energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset. [Viitattu 13.7.2009]. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=308006&lan=fi>
- (Ympäristö 2009a) Ympäristöministeriö. 2009. EU:n ilmasto ja energiapaketti. [Viitattu 4.11.2009]. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22013&lan=fi#a1>
- (Ympäristö 2009b) Ympäristöministeriö. 2009. Kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan mukaan. [Viitattu 31.8.2009]. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=312208&lan=fi>

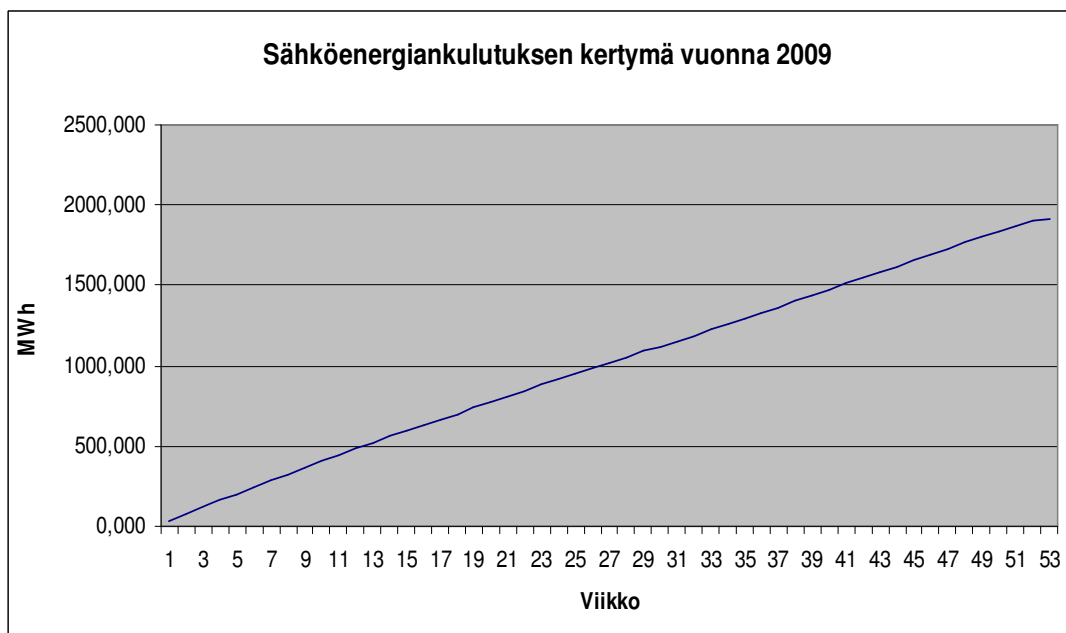
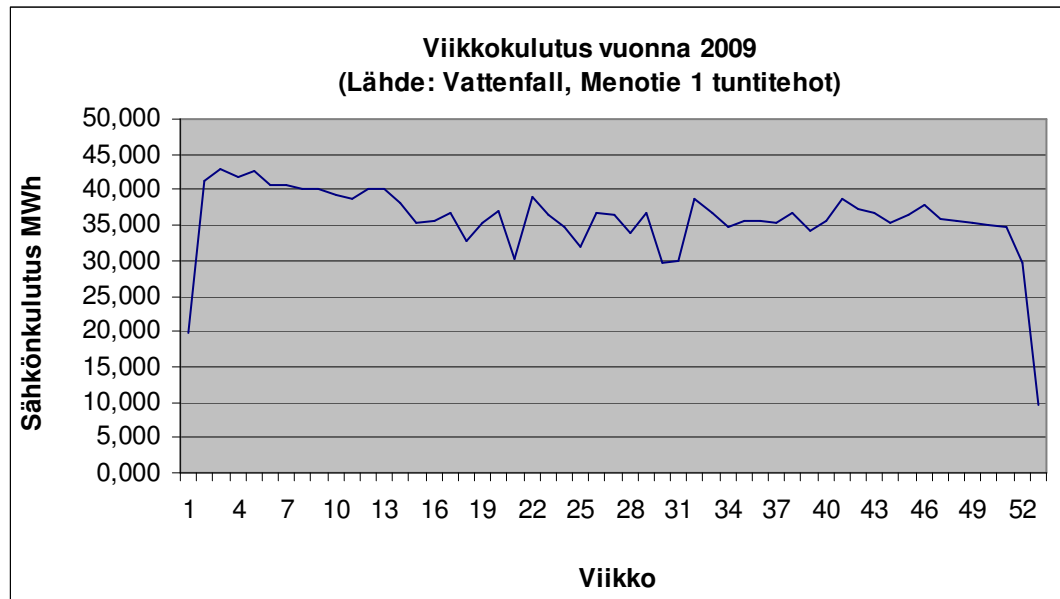
(Ympäristö 2009c)

Ympäristöministeriö. 2009. Loppuraportti, Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan mukaan, Ympäristöministeriön raportteja 22/ 2009. Ympäristöministeriö. 40 s.

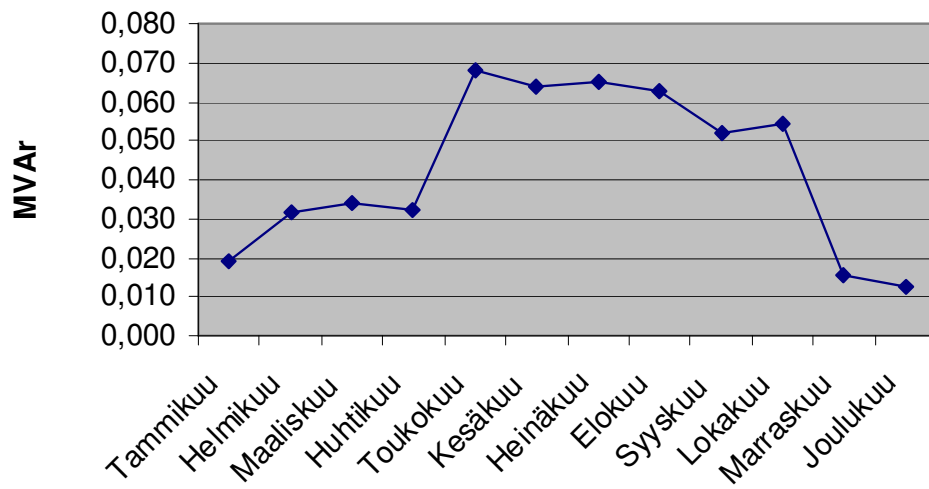
LIITE 1: ESIMERKKIKOHTTEEN LASKELMIA



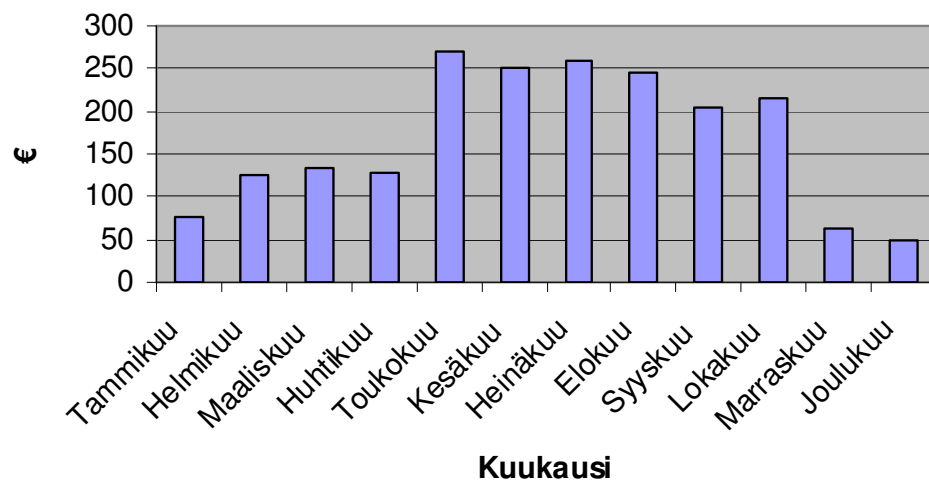
Valaisimia	930 kpl
Tehoarvio/ 128W/valaisin	119 kW
Energia kWh/vrk (klo 7-17)	1190 kWh
Energia kwh/kk (21vrk)	24990 kWh
Kiinteistön kokonaissähkönkulutus keskim./kk	152,8 MWh
Hallin valaistuksen osuus kokonaissähköstä	16,35 %



Maksullisen loisteho kuukausittain vuonna 2009
(otettu huomioon 16 % ilmaisosuus max. tuntipätötehosta)



Loistehon kustannukset kuukausittain vuonna 2009
(otettu huomioon 16 % ilmaisosuus max. tuntipätötehosta)



LIITE 2: ASUNTO OY TUTKIMUSTULOKSIA

Sähkö:

Kiinnitätkö huomiota laitteiden energiankulutukseen niitä ostaessasi?			
a. Kyllä			97 %
b. En			3 %

Onko sähkön hinta mielestäsi niin halpa, ettei se kannusta säästötoimenpiteisiin?			
a. Kyllä			7 %
b. En			93 %

Uskotko energiaa säästävien tuotteiden tuovan säästöä käyttökänsä aikana?			
a. Kyllä			87 %
b. En			13 %

Tiedätkö kuinka oma sähkönkäyttösi jakautuu eri laitteiden kesken?			
a. Kyllä			56 %
b. En			44 %

Pystyisitkö vaikuttamaan enemmän taloyhtiösi sähkön kulutukseen?			
a. Kyllä			49 %
b. En			51 %

Olisitko valmis puoltamaan sähkön kulutusta pienentäviä laitehankintoja taloyhtiössäsi?			
a. Kyllä			97 %
b. En			3 %

Minkä toimenpiteen koet taloyhtiösi kannalta tehokkaimpina sähkön säästö keinoina?			
a. Ajastinkellot			25 %
b. Energiansäästölamput			13 %
c. Kulutustottumukset			40 %
d. Vesimittareiden asentaminen			5 %
e. Määräaikaishuollot			7 %

Mitkä koet energiaa säästävien laitteiden lisääntymisen osalta rajoittavina tekijöinä?			
a. Hankintahinta			29 %
b. Ristiriitaiset kulutustiedot			9 %
c. Säästön todellinen määrä ei ole tiedossa			45 %
d. Säästöä ei koeta riittäväksi			17 %

Olisitko valmis panostamaan energiaa säästäviin laitteistoihin, vaikka se ei olisikaan kustannustehokas ratkaisu?			
a. Kyllä			54 %
b. En			46 %

Oletko valmis maksamaan enemmän ympäristöystävällisesti tuotetusta sähköstä tai sähkölaitteista (kierrätetyistä materiaaleista?)

a. Kyllä	45 %
b. En	55 %

Vesi:

Pidätkö kulueraan vettä niin merkittävänä, että siihen tulisi kiinnittää enemmän huomiota?

a. Kyllä	95 %
b. En	5 %

Kiinnitätö huomiota vedenkulutukseen päivittäisissä askareissa?

a. Kyllä	93 %
b. En	7 %

Kulutatko mielestäsi taloyhtiössäsi vettä keskiarvoon nähden?(litraa / asukas)

a. Vähemmän	59 %
b. Saman verran	35 %
c. Enemmän	6 %

Uskotko pystyväsi vähentämään veden kulutusta ilman, että se vaikuttaisi asumismukavuuteen?

a. Kyllä	76 %
b. En	24 %

Kiinnitätö erityistä huomiota lämpimän veden kulutukseen?

a. Kyllä	78 %
b. En	22 %

Olisitko valmis puoltamaan taloyhtiössäsi asuntokohtaisten vesimittareiden asennusta, mikäli sellaista ei vielä ole/olisi?

a. Kyllä	90 %
b. En	10 %

Olisitko valmis panostamaan vettä säästäviin kodinkoneisiin, vaikka se ei olisikaan kustannustehokas valinta?

a. Kyllä	65 %
b. En	35 %

Minkä toimenpiteen koet taloyhtiösi vedenkulutuksen pienentämisen osalta merkittävämmäksi?

a. Vesijohtoverkon parannukset	2 %
b. Vesikalusteiden huoltaminen	5 %
c. Vesikalusteiden uusiminen	12 %
d. Vesimittareiden asentaminen	38 %
e. Kulutustottumuksiin vaikuttaminen	43 %

Lämpöenergia:

Uskotko taloyhtiössäsi olevan säästöpotentiaalia lämmitysenergian osalta?				
a. Kyllä				96 %
b. En				4 %

Uskotko, että investointien/huoltotoimenpiteiden kautta taloyhtiösi lämmityskustannuksia saataisiin leikattua?				
a. Kyllä				94 %
b. En				6 %

Tulisiko taloyhtiösi mielestäsi panostaa eri lämmitysjärjestelmien energiatehokkuuksien kartoittamiseen, järjestelmän uusimisvaiheessa?				
a. Kyllä				77 %
b. En				23 %

Olisitko valmis panostamaan uusiutuvien energialähteiden (esim. aurinkoenergian) käyttöön osana taloyhtiösi lämmitysjärjestelmää?				
a. Kyllä				64 %
b. En				36 %

Tulisiko mielestäsi myös lämmityskustannukset pystyä lämmityskustannukset saataisiin kohdistettua huoneistokohtaisesti?				
a. Kyllä				80 %
b. En				20 %

Uskotko taloyhtiössäsi kulutettavan lämpöenergian määrän pienevän mikäli kohdistamaan käyttäjille paremmin?				
a. Kyllä				93 %
b. En				17 %

Mielestäsi suositusten mukainen sisälämpötilaa +21,5 °C on?				
a. Liian matala				10 %
b. Sopiva				77 %
c. Liian korkea				13 %

Tulisiko mielestäsi huoneistokohtaiseen lämpötilaan pystyä vaikuttamaan paremmin?				
a. Kyllä				69 %
b. Ei				31 %

Koetko taloyhtiösi lämmön eristyksen olevan?				
a. Heikko				24 %
b. Kohtalainen				60 %
c. Hyvä				16 %

Mikä seuraavista kohteista lämpöhäviöiden kannalta kaipaisi mielestäsi eniten parannusta?			
a. Ulkoseinien eristys			21 %
b. Ikkunoiden Eristys			37 %
c. Ylä- tai alapohja			37 %
d. Ovet			25 %

Uskotko lämpöhäviöiden olevan ongelmana taloyhtiössäsi?			
a. Ongelmaa ei ole			5 %
b. Pieni			60 %
c. Merkittävä			35 %

Tulisiko mielestäsi taloyhtiösi teettää energiansäästöpotentiaalia käsittelevä kartoitus?			
a. Kyllä			75 %
b. En			25 %

Koetko, että eristystä parantamalla taloyhtiösi voisi saada aikaan merkittäviä rahallisia säästöjä?			
a. Kyllä			73 %
b. En			27 %

Uskotko esim. lämpöhäviöiden kannalta parempien ikkunoiden olevan kustannustehokkaita vaihtoehtoja uusimisvaiheessa?			
a. Kyllä			65 %
b. En			35 %

Olisitko valmis panostamaan energiatehokkaisiin rakenneratkaisuihin eristykseen osata vaikka ne eivät olisikaan kustannustehokkaita ratkaisuja?			
a. Kyllä			41 %
b. En			59 %

Minkä seuraavista vaihtoehtoista koet parhaimmaksi taloyhtiösi lämmityskustannusten hallinnan kannalta?			
a. Lämmitysjärjestelmän investoinnit			15 %
b. Lämmitysjärjestelmän säätö			25 %
c. Rakennuksen eristykseen parantaminen			60 %

Uskotko erityisesti energiatehokkuutta parantavan korjaus- toimenpiteiden nostavan taloyhtiösi arvoa normaalia korjaustoimenpidettä enemmän?			
a. Kyllä			84 %
b. Ei			16 %

Energiatodistus:

Onko taloyhtiölle tehty energiatodistus?		
a. Kyllä		51 %
b. Ei		29 %
c. En tiedä		20 %

Onko se sisältänyt energiansäästölaskelmia?		
a. Kyllä		11 %
b. Ei		59 %
c. En tiedä		30 %

Onko siihen sisältynyt energiasäästöehdotuksia?		
a. Kyllä		11 %
b. Ei		61 %
c. En tiedä		28 %

Vastaajat:

Näkökulmasi?		
a. Isännöinti		12 %
b. Hallitus		39 %
c. Kiinteistönhuolto		1 %
d. Omistaja/ei asukas		4 %
e. Omistaja-asukas		39 %
f. Muu taho		5 %
Vastanneita keskimäärin:		250